Vererzung und Wanderung des Goldes in den Erzen der Hohen Tauern-Gänge

Von

Alexander Tornquist (Graz)

(Mit 2 Textfiguren und 3 Tafeln)

(Vorgelegt in der Sitzung am 23. Februar 1933)

Zur Untersuchung kamen der Hauptsache nach Erze aus dem Imhof-Unterbau des Siglitz-Pochhart-Erzwieser Gangzuges der Hohen Tauern. Die Untersuchung versprach neue Resultate, weil die Methodik der erzmikroskopischen Untersuchung seit der Bearbeitung von Erzen aus dem Imhof-Unterbau durch H. Michel[1] außerordentlich vervollkommnet worden ist[2] und seither auch die Resultate der erzmikroskopischen Untersuchung zahlreicher anderer ostalpiner Lagerstätten bekannt geworden sind.[3]

Die nachfolgende Untersuchung liefert keinen Beitrag zur wirtschaftlichen Bedeutung der Golderze der Hohen Tauern,[4] bietet aber Unterlagen für die zukünftige Auffahrung im Bergbau und für die Wahl geeigneter Aufbereitungs- und Goldausbringungsverfahren.

Das untersuchte Erzmaterial wurde teilweise von mir selbst gesammelt, mir kamen aber zur Untersuchung geeignete Erze auch von Herrn Oberbergrat Dr. Ing. Imhof, Herrn Dr. Ing. Hiesleitner und von Herrn Dr. F. Czermak zu. Das wertvollste Untersuchungsmaterial verdanke ich aber der Gewerkschaft Rathausberg, deren Vorsitzender, Sektionschef Ing. O. Rotky, aus allen im Imhof-Unterbau aufgeschlossenen Gängen und aus den einzelnen Gangteilen dieser Gänge für die Untersuchung Erzstufen mit genauester Provenienz schlagen ließ. Allen genannten Herren spreche ich für dies der Untersuchung entgegengebrachte lebhafte und tatkräftige Interesse meinen wärmsten Dank aus.

Allgemeines über die montangeologischen Verhältnisse der Tauern-Golderzgänge.

Die älteren Beschreibungen der Golderzgänge durch Russegger, v. Cotta und Reissacher fanden in neueren Darstellungen eine kritische Deutung und Ergänzung. Erfahrene Montangeologen, wie

---

[1] H. Michel, Die goldführenden Erze des Siglitz-Pochhart-Erzwieser Gangzuges. Tschermak's min.-petrogr. Mitt., *38*, 1925.

[2] Besonders durch Schneiderhöhn-Ramdohr, Lehrb. d. Erzmikroskopie, II, 1931.

[3] Lit. — Zusammenstellung in A. Tornquist: Neue Untersuchungen ostalpiner Erzlagerstätten, Metall und Erz, 1932, p. 431.

[4] R. Imhof, Die Goldfelder der Ostalpen, eine Zukunft? Ebenda, 1931, p. 528.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

vor allem F. Pošepný und R. Canaval, haben sich mit ihnen am eingehendsten beschäftigt. Weitere Angaben finden sich in dem vom Wiener k. k. Ackerbauministerium herausgegebenen »Die Resultate der Untersuchung des Bergbauterrains in den Hohen Tauern«. Auf die eingehende Würdigung der älteren Arbeiten und auf die Geschichte des Bergbaues kann hier um so eher verzichtet werden, als sie in den Arbeiten Pošepný's[1] und Canaval's[2] an leicht zugänglichen Stellen enthalten sind. Es ist im folgenden besonders auf die exakten Beobachtungen an den um das Jahr 1880 bestandenen Grubenaufschlüssen und auf ihre vorzügliche Deutung durch Pošepný Bezug genommen.

Es sind im Gebiet des Zentralgneises der Hohen Tauern vier getrennte Gangzüge zu unterscheiden, von denen die beiden westlichen dem Sonnblickmassiv angehören. Es sind das der Goldzechgangzug, nordwestlich des Hohen Sonnblicks, und der Rauriser Goldberggangzug, südöstlich des Hohen Sonnblicks am Herzog Ernst. Ein mittlerer Gangzug, der Siglitz-Pochhart-Erzwieser Gangzug zieht im S aus dem Siglitztal über den Kolmkar und das Hochtal des Pochhart zur Erzwiese am Silberpfennig und noch weiter nördlich. Dieser Gangzug befindet sich in seiner geologischen Position nach im westlichen Ausläufer des Gneises des Hochalmmassivs. Der östlichste Rathausberggangzug, wohl das im Laufe der Zeit am ergiebigsten bebaute Bergbaugebiet, durchzieht zum Teil das gleiche Gebiet des Hochalmgneises und das Ankoglmassiv.

In diesen Gangzügen sind mit Ausnahme des Rathausberges zahlreiche Erzgänge im Abbau gestanden, so wurden von Alberti im Rauriser Goldberg 26 Gänge und Klüfte unterschieden, welche Pošepný 6 Kluftsystemen zurechnet.

Alle diese Gänge streichen übereinstimmend in 1^h 8′ astron. Meridian mit alleiniger Ausnahme des Rathausberger Ganges. Die Gänge befinden sich in den einzelnen Gangzügen in recht enger Folge und ist ihr Verflächen vorwiegend in O gerichtet, jedoch kommt auch westliches Verflächen vor, wobei es zur Scharung von Gängen kommt. Nach den bisherigen Erfahrungen zeigen die östlich und westlich verflächenden Gänge prinzipiell die gleiche Erzfüllung. Einen sekundären Unterschied bildet die in einzelnen Gängen und Gangteilen zu beobachtende, mehr oder minder intensive Gangzertrümmerung, welche im Rauriser Goldberg am intensivsten, im Rathausberger Hauptgang am geringsten zu sein scheint. Eine prinzipielle Änderung der Gangfüllung nach der Tiefe zu findet nicht statt, auch keine Zunahme der Gangzertrümmerung.

Im Erzgemenge ist das Verhältnis der einzelnen Sulfide schon in einzelnen Gangteilen des gleichen Ganges kein konstantes. Ebenso

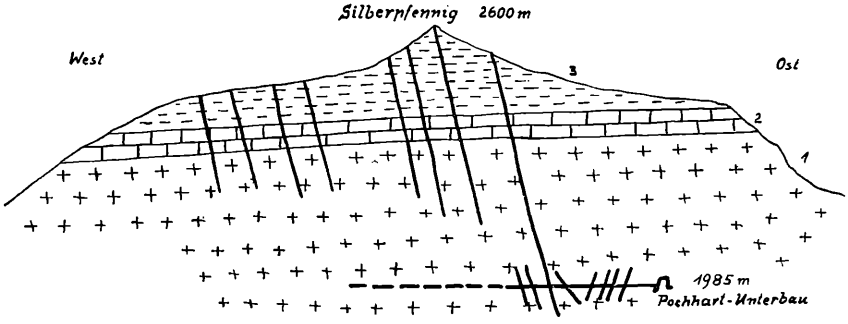
---

[1] Die Goldbergbaue der Hohen Tauern usw. Archiv f. prakt. Geologie, Wien, I, 1880.

[2] Die Erzgänge der Siglitz bei Böckstein i. S. Zeitschr. f. prakt. Geologie, *19*, 1911, und Das Goldfeld der Ostalpen usw. Berg-Hüttenm. Jahrb., *58*, 1920.

wechselt die Menge des Gangquarzes und der Karbonate. Der Siglitzer Gangzug ist an Pyrit und Arsenkies besonders reich, der Rathausberger Hauptgang an Gangquarz.

Die Gänge verändern sich aber beim Eintritt in krystalline Schiefer und besonders beim Eintritt in Karbonatgesteine, in Kalkphyllite und Marmorbänke. Canaval führt Feststellungen von Niederist an, welche ältere Darstellungen Pošepný's ergänzen, und welche erkennen lassen, daß die Gänge des Goldberges im Schiefer unregelmäßige Formen annehmen, seitliche ab- und anschwellende Quarzausscheidungen aufnehmen und schließlich in ein netzförmiges Aderwerk mit in die Schieferungsflächen eintretenden Lagergängen übergehen. Beim Eintritt in Karbonatgestein verschwinden dagegen fast völlig Pyrit und Arsenkies, dagegen tritt



Textabb. 1.
1 = Zentralgneis, 2 = Kalkphyllit, 3 = Glimmerschiefer.

eine durch metasomatische Eisenkarbonatbildung veranlaßte starke Zunahme der Gangmächtigkeit ein.

Durch die nachstehende Untersuchung konnte ferner die Ursache des Schwankens im Goldgehalt der Gänge und des Verhältnisses des Au zum Ag aufgeklärt werden, welches sich je nach der Gangfüllung in den Gängen im Zentralgneis, vor allem aber gegenüber diesen in den eisenkarbonatreichen Gängen im Karbonatgestein feststellen läßt.

Alle Beobachtungen berechtigen nicht nur zur Annahme, daß die Vererzung aller Gangzüge durch den gleichen Vererzungsprozeß gleichzeitig gefüllt worden sind, sondern machen es auch wahrscheinlich, daß dieser Vererzungsprozeß, für den wir sieben verschiedene Phasen mit jeweilig wechselnder Metallzufuhr feststellen werden, auch in allen Gangzügen der Hohen Tauern in prinzipiell gleicher Weise erfolgt ist. Unterschiede im Erzgemenge sind nur die Folge mehr oder minder intensiven Erzabsatzes bestimmter Vererzungsphasen. Eine weitere Folge dieser Erscheinung ist der Wechsel im Verhältnis des Au zum Ag in den einzelnen Gängen und Gangteilen.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Der geologische Bau des Golderzrevieres.

Die frühzeitig erkannte Bedeutung der Kenntnis des geologischen Aufbaues der Hohen Tauern für die montanistischen Verhältnisse der Golderzgänge hatte eine frühzeitige Darstellung der geologischen Verhältnisse im Kartenbild und in der Beschreibung durch Russegger und Reissacher zur Folge gehabt. Ein näheres Verständnis der Tektonik der Hohen Tauern, besonders eine Auseinandersetzung darüber, ob in ihnen eine Intrusionstektonik, bedingt durch den Aufstieg des granitisch-syenitischen Magmas, oder ob eine dynamische Tektonik, infolge orogenetischer Deckenschübe vorliegt, begann erst mit den rein geologischen Bearbeitungen durch Becke, Termier, Stark und Winkler. Besonders der letztere[1] hat für das Gebiet des Siglitzer Gangzuges die eingehendste geologische Unterlage geschaffen, wenn auch sie noch keine endgültige Klärung erreicht hat. Die nachfolgende kurze Darstellung bezieht sich auf diese neueste Darstellung Winkler's, soweit sie für das Auftreten der Golderzgangzüge in Betracht kommt. Zur allgemeinen Orientierung über die Lage des Bergbaurevieres im Rahmen des geologischen Bildes der Ostalpen sei auf die vortreffliche »tektonische Karte des östlichen Tauernfensters« und auf die Abhandlung von Kober[2] verwiesen.

In das Revier der Golderzgänge greift von NO und SO her die Gneismasse des Ankogl und der Hochalmspitze hinein. Von ihr südwestlich, in einer Zone, welche vom obersten Naßfeld, oberhalb der Schmarenzelhütte gegen NW über Sparanger, Schareck, Herzog Ernst, Kl. Sonnblick, Riffelscharte bis in das obere Rauristal hineinzieht, sind diese Gneismassen durch die schon in den ältesten geologischen Karten als eine gegen NO überkippte Mulde dargestellte Zone von krystallinen Schiefern und Kalkgesteinen, der sogenannten Schieferhülle, welche als nordwestliche Fortsetzung der »Mallnitzer Mulde« erkannt worden ist, begrenzt. Im SW dieser Zone von Schieferhüllgesteinen folgt das Gneismassiv des Hohen Sonnblicks. Während das Ankoglmassiv vorwiegend aus quarzreichem Forellengneis gebildet wird, besteht das Hochalmmassiv mit seiner nordwestlichen Fortsetzung nach Winkler aus Granitgneis, der Sonnblick dagegen aus noch kieselsäureärmerem Syenit und Tonalitgneis. Die Abtrennung des Ankoglmassivs vom Hochalmgneis ist heute am Rathausberg noch nicht sicher durchgeführt. Winkler hat oberhalb Böckstein vor der Straubinger Hütte im Tal der Naßfeldache das Durchstreichen einer Zone von Glimmerschiefer und Floititen festgestellt, welche aber bisher noch nicht über dem Rathausberg verfolgt worden ist, so daß ihr Zusammenhang mit der zwischen Ankogl- und Hochalmmassiv auftretenden Woigstenzone und der anschließenden Seebacher Mulde durchaus unsicher ist. Im Tal der Naßfelder Ache liegt jedenfalls ein reiner Intrusionskontakt der

[1] Geol. Probleme in den östlichen Tauern. Jahrb. d. Geol. B.-A., Wien, *76*, 1926.
[2] Das östliche Tauernfenster. Denkschr. d. Wiener Akad. d. math.-naturw. Klasse, *98*, 1922.

Zentralgneise, beziehungsweise ihrer Aplite gegen Glimmerschiefer und Floitit vor. Dagegen sieht Winkler in dem südwestlichen Kontakt der vorerwähnten Zone krystalliner Schiefer am Nordostrand des Sonnblickmassivs der Hauptsache nach einen orogenetischen Kontakt. Dem Gneismassiv des Hohen Sonnblicks sind inmitten der Schiefer zwei ausgedehnte Gneiszüge vorgelagert, Winkler's »Knappenhausdecke« und »Neubaudecke«. Beide Züge faßt Winkler als von oben in die Schiefer eingepreßte, wurzellose Gesteinszüge auf (vgl. Winkler's Textfig. 21 und Taf. VI, Fig. 2). Diese Auffassung findet in den Aufschlüssen des umfangreichen Bergbaus des Rauriser Goldberges, dessen Gänge sich im Bereich der »Knappenhausdecke« befinden, keine Bestätigung. Ist es schon unwahrscheinlich, daß eine wurzellose Gneispartie durch die aus der Tiefe aufgestiegenen vererzenden Thermen so ausgiebig vererzt worden sind, daß einer der reichsten Golderzzüge der Hohen Tauern zustandegekommen ist, so konnte Pošepný feststellen, daß der Knappenhausgneis im Bergbau von zahlreichen Schiefer- und amphibolitischen Gesteinszügen, den »Neunern« durchzogen wird, welche mit gleichem Streichen, aber wechselndem Einfallen das Bild einer durch Gneisinjektion aufgeblätterten Schieferzone darstellen. Wir haben viel eher den Injektionsrand der Stirnzone der Sonnblickgneismasse vor uns. Der Knappenhausgneis wie sehr wahrscheinlich auch der aplitische Gneis der Neubauzone müssen mit dem Sonnblickgneis in der Tiefe zusammenhängen. Es liegt auch hier im wesentlichen Intrusionstektonik, nicht dynamische Tektonik, vor. Das Bild, welches uns die so gleichmäßig vererzten Gneismassive der Hohen Tauern bieten, ist das schräg nach oben gegen NO in die Schieferhülle eingedrungener, von Injektionszonen umgebener Gneiskörper, welche in der Tiefe alle zusammenhängen und in deren Lage durch spätere dynamische Tektonik nichts Grundsätzliches geändert worden ist. Nur so ist die gleichmäßige Vererzung der Gneismassive der Hohen Tauern zu verstehen. Aus dem gleichen Magmaherd wurden mit abnehmender Azidität der aufsteigenden Schmelzflüsse zunächst der Forellengneis des Ankogels als tiefstes, sodann der Granit-Syenitgneis des Hochalmmassivs, später und darüber der Syenitgneis bis Tonalitgneis des Hochalmmassivs in die Schieferhülle eingeschoben. Auch durch die spätere Tektonik ist dieses Bild nicht unkenntlich gemacht.

Die Beziehungen der Golderzgänge zur Tektonik.

Ältere Autoren haben in den Tauerngängen die symmetrische Anordnung der Erze innerhalb der Gangstruktur vermißt und sie als einen besonderen Typus der Gangerze angesprochen. Erst Pošepný hat die Tauernerzgänge als normale Erzgänge angesprochen. Als solche sind sie Hohlraumausfüllungen von Kluftsystemen, welche beim Einsetzen der Vererzung offen waren und daher kaum viel älter sein können als die Vererzung selbst. Daß es sich um reine Aufrißflächen im Granitgneis und nicht um tektonische Bewegungsflächen

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

handelt, geht aus ihrer häufig zu beobachtenden Zersplitterung in »zusammengesetzte Gänge« und aus dem Hineinziehen von blind endenden Trums in das Nebengestein hervor. Der Umstand, daß die vererzende Therme auch eine Veränderung des Nebengesteins verursacht hat, entspricht ebenfalls einem Vorgang, welcher die Regel ist bei Gangfüllungen. Die Veränderung des Nebengesteines erfolgte vor allem durch die Verdrängung des Muskovits und Orthoklas-Mikroklins durch Gangquarz, den häufig Pyrit und Arsenkies-Imprägnationen begleiten. Ferner ist eine Chloritisierung des Biotits im weitem Maßstab erfolgt.

Canaval beobachtete auch die Bildung von Rutilnädelchen (Sagenit) aus primärem Biotit und Titanit. Ferner konnte auch die Verdrängung primären Quarzes und Orthoklas-Mikroklins durch Gangkarbonat, sogar durch Calcit, beobachtet werden. Man kann diese Vorgänge, welche sich außerhalb der Gänge abgespielt haben, als Metasomatose bezeichnen, sie spielen aber im Verhältnis zu den reinen Hohlraumausfüllungen in den Klüften des Gneis nur eine untergeordnete Rolle.

Die Metasomatose im Nebengestein erlangt dagegen eine entscheidende Bedeutung, sobald die Tauerngänge aus dem Gneis und aus Glimmerschiefer in Karbonatgesteine, in Kalkphyllite und Marmore der Schieferhülle hineinverlaufen. Dort wird nicht nur die Ausscheidung der Erze und Gangarten einzelner Phasen der Vererzung eine zonare, eine rein sideritische, sondern dort greift der metasometische Prozeß weit in das Nebengestein hinein, so daß die Mächtigkeit des Ganges eine viel bedeutendere wird.

Das Aufreißen des Kluftsystems der Tauerngänge und noch vielmehr die Vererzung der Klüfte ist jünger als die auf das Empordringen der Gneiszüge folgende Granitisierung der Schieferhülle, die Tauernkrystallisationen, sonst wären die Klüfte durch sie ausgefüllt worden. Mit Ausnahme des Rathausberger Hauptganges zeigen alle Gänge der einzelnen Gangzüge in den verschiedenen Gneismassen übereinstimmend das Streichen in $1^h\,08'$ astron. Meridian. Dabei sind die einzelnen Gänge über erstaunliche Länge mit unverändertem Streichen und nur mit geringfügigen Verschiebungen verfolgt worden, der Rathausberger Gang über 2000 *m*, der Geislergang im Imhof-Unterbau und andere über 640 *m*. Das Streichen der Gangzüge in $1^h\,08'$ steht auf das Streichen der Tauerntektonik nahezu rechtwinklig. In der gegen NO gerichteten Bewegungsrichtung der Tauerntektonik streichen die Gesteinszüge von NW in SO. Man könnte das Aufreißen des vererzten Kluftsystems am ehesten auf ein Ausweichen des Gneises in Verbindung bringen, welches nach dem Aufstieg und Einschub der Gneismassen in die Schiefer, und nach der Beendigung der Tektonik unter dem Anhalten des Gebirgsdruckes in NO, in der Richtung des geringsten Druckes, erfolgt ist. Ein Nachgeben des Gneises in westnordwestlicher-ostsüdöstlicher Richtung würde das in $1°\,08'$ streichende Kluftsystem haben entstehen lassen. Dieses und die Vererzung

selbst müssen somit erheblich jünger sein als die letzte Phase der Tauernkrystallisation.

Am Rathausberg wird die vererzte Gangkluft des Rathausberger Hauptganges durch die ganz spitz zu ihm verlaufende und im Gegensatz zum Erzgang in W verflächende »Fäule« abgeschnitten. Die Fäule ist im Gegensatz zu den Erzklüften mit Friktionsmaterial erfüllt und daher im Gegensatz zu den Erzgängen eine Dislokationsebene. Die bisherigen Beobachtungen reichen nicht aus, um zu erkennen, ob die Fäuledislokation älter oder jünger als das Aufreißen des Rathausberger Ganges ist. Es wird von Pošepný ein stellenweises Einschwenken des Ganges in die Fäule, also eine Ablenkung beschrieben, während es bisher noch nicht gelungen ist, die Fortsetzung des Erzganges im Liegenden der Fäule aufzufinden. Es steht der Ansicht, daß die Fäule bereits zur Zeit der Vererzung bestanden hat, nichts beweiskräftiges entgegen; sie könnte als Dislokationsfläche ebenso wie der auch unvererzte Bleiberger Bruch in Bleiberg-Kreuth wohl älter sein als die Vererzung, wenn es auch bisher nicht gelungen ist, die Erzzubringer des Rathausberger Ganges im Liegenden der Fäule festzustellen. Für die Beurteilung der Golderzführung des Rathausberges ist die Altersbestimmung der Fäule von ausschlaggebender Bedeutung.

Im Gangzug des Hohen Goldberges und des Rauriser Goldberges hat Pošepný Ablenkungen der Erzklüfte durch die »Neuner« beschrieben und auch abgebildet, bei denen keine spätere Verschiebung des Erzganges vorliegt, sondern eine Ablenkung des Aufreißens der Erzkluft am Gesteinswechsel eingetreten ist.

Allerdings fehlen in den Erzgängen nicht kleinere jüngere Verschiebungen. Es ist in den verschiedensten Zügen der Ostalpen durch die Bergbauaufschlüsse nachgewiesen, daß solche sich noch heute unter dem gegen N und NNO gerichteten orogenetischen Druck, unter dem noch heute das alpine Orogen steht, auslösen können. Solche Bewegungen erfolgen naturgemäß in Gebirgsstücken, in denen umfangreicher Bergbau und das Vorhandensein großer, unversetzter, offener Abbauräume die Festigkeit des Gebirges stark herabgesetzt haben, am leichtesten. Ich habe solche Bewegungen aus dem Raibler Bergbau erwähnt, Tschernigg solche kürzlich aus dem Bleiberger Bergbau näher beschrieben. Man kann solche Bewegungen natürlich nicht mit den regional erfolgenden Bewegungen orogenetischer Phasen auf gleiche Stufe stellen, wie Tschernigg[1] meint.

In diese Kategorie der jüngsten Bewegungen ist auch die Ausbildung verbreiteter Harnische im Erzkörper der Golderzgänge einzureihen. Es treten mit chloritischen Lettenbesteg, von älteren Autoren als »Schramm« bezeichnet, versehene Harnische an Salbändern und im Inneren der Erzzüge auf. Canaval berichtet, daß er auf den Harnischen Kritzen in verschiedenen Richtungen beobachtet hat. Die

[1] Berg- und Hüttenm. Jahrb., Wien, 1932. p. 79.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Erzgänge sind gegenüber dem Granit- und Syenitgneis als labile Gesteinszonen anzusprechen, in denen schon von stärkeren Erdbebenstößen Relaisbewegungen ausgelöst werden können.

Der Imhof-Unterbau und seine Erze.

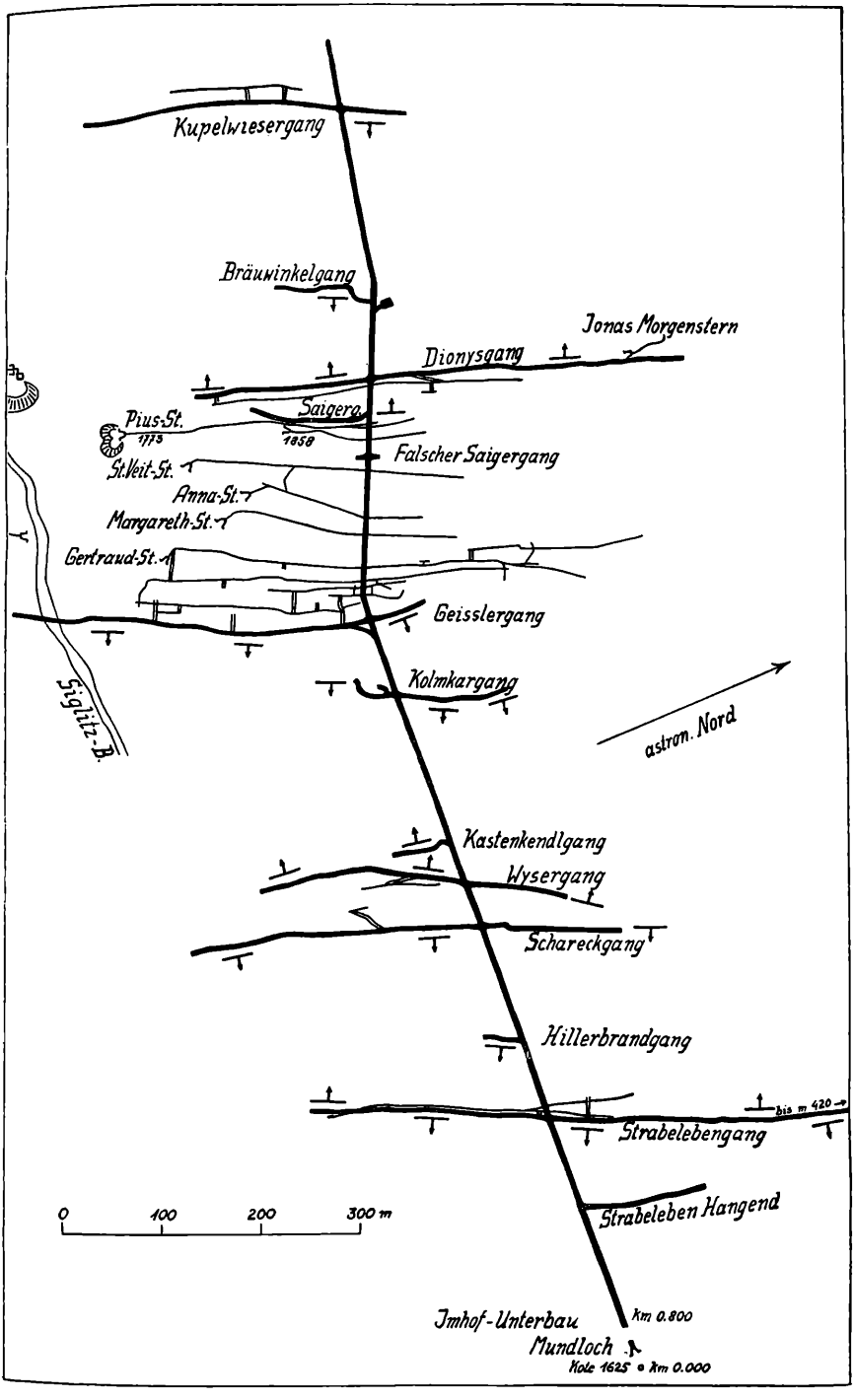
Im Siglitz-Pochhart-Erzwieser Gangzug ist im Bereich des Granitgneises sowohl am unteren Gehänge des Schareck südlich des Siglitztales als besonders nördlich dieses Tales am Gehänge zum Kolmkar hinauf und beiderseits des Pochharter Hochtales ein umfangreicher älterer Bergbau umgegangen. Pošepný erkannte, daß die Überlieferungen über die früher erzielten Aufschlüsse sehr unzureichend sind. Canaval hat alle vorhandenen Angaben zusammengestellt und gewährt der in seiner Textabb. 2 wiedergegebene Stollenplan eine doch sehr gute Übersicht über die Lage der älteren Stollenbaue. Der tiefste der alten Stollen, der St. Georgsstollen, wurde in 1724 *m* Meereshöhe angeschlagen. Er befindet sich damit zirka 100 *m* über dem Niveau des Imhof-Stollens, welcher damit tatsächlich alle älteren Einbaue unterfährt.

Der Imhof-Unterbau nördlich des Siglitztales oberhalb des Valerie-Hauses an der Einmündung des Siglitztales in das Naßfeld ist in 1625 *m* Meereshöhe angeschlagen worden. Die Grundstrecke ist bis zum Kilometer 1·55 in 18^{h} 08° und von Kilometer 1·55 bis Kilometer 2·145 in mehr nördlicher Richtung vorgetrieben. Die Grundstrecke hat nacheinander die folgenden acht Gänge verquert und sind diese beiderseits gegen N und S streichend ausgerichtet worden. Aus diesen Haupterzgängen stammen die untersuchten Erze, sie werden daher in den nachfolgenden Kapiteln immer wieder genannt werden.

Bei Kilometer	1·02	der Strabelebengang	mit östlichem Verflächen,	
	1·23	Schareckgang		
	1·27	Wyser Gang	westlichem	
(	1·48	Kolmkargang	östlichem	),
	1·55	Geißler Gang		
	1·81	Dionysgang	westlichem	
(	1·88	Bräuwinkelgang	östlichem	),
	2·08	Kupelwieser Gang		

Die vier Gänge: Strabelebengang, Geißler Gang, Dionysgang und Kupelwieser Gang sind durch umfassendere Auffahrungen und Aufbrüche aufgeschlossen worden und haben auch in Abbau gestanden. Aus ihnen stammen die meisten der untersuchten Erze.

Von diesen Hauptgängen zeigt der Dionysgang westliches Verflächen, so daß man seine Scharung mit dem Geißlergang durch umfassende Aufbrüche von beiden Gängen zu erreichen gesucht hat. Die Aufbrüche vom Geißler Gang aus sind bis 260 *m* über der Grundstrecke bis in das Niveau des alten St. Veit-Stollens, die Aufbrüche vom Dionysgang bis 240 *m* über der Grundstrecke getrieben worden.


Kupelwiesergang
Bräuwinkelgang
Jonas Morgenstern
Dionysgang
Saigera
Pius-St.
1773
1858
Falscher Saigergang
St.Veit-St.
Anna-St.
Margareth-St.
Gertraud-St.
Geisslergang
Kolmkargang
Siglitz-B.
astron. Nord
Kastenkendlgang
Wysergang
Schareckgang
Killerbrandgang
bis m 420
Strabelebengang
Strabeleben Hangend
0
100
200
300 m
Imhof-Unterbau
km 0.800
Mundloch
Kote 1625 • km 0.000

Textabb. 2.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Die Erzgänge im Imhofbau zeigen vor allem eine reichliche Gangquarzfüllung und lassen makroskopisch nur wenig Karbonat erkennen. Dünnschliffe und Anschliffe zeigen aber eine ganz allgemeine Verbreitung von feinen Karbonatzügen, und zwar besonders von Calcit, selten von Siderit. Der erstere kann sich lokal zu beträchtlichen schneeweißen derben Massen konzentrieren.

Die verbreitete Struktur der Erzgänge zeigt meist ein unregelmäßig im Gangquarz verteiltes Erz, seltener sind im Gangstreichen auftretende abwechselnde Schnüre von Gangquarz, Pyrit und Arsenkies. Die beiden letztgenannten Erze sind im Bereich des Imhof-Unterbaues die weitaus verbreitetsten, sodann ist Bleiglanz verbreitet, dieser bildet gemeinsam mit antimonigen Sulfosalzen auch derbe Mengen. Der Blende fehlt die allgemeine Verbreitung des Bleiglanz, sie kommt in geschlossenen Anreicherungen vor. Kupferkies findet sich in allgemeiner und feinster Verteilung in den Erzen und im Gangquarz, auch er kann aber zu derben ansehnlichen Mächtigkeit anwachsen. Dagegen besitzen die neu nachgewiesenen Ni- und Co-Erze, der Magnetkies und die neu nachgewiesenen Wismuterze sowie Kupferglanz und Boulangerit nur sehr lokale Verbreitung. Das ged. Gold ist mit freiem Auge selten sichtbar, tritt aber unter dem Erzmikroskop in erstaunlicher Verbreitung auf. In den untersuchten Erzanschliffen konnte es häufig im Pyrit, selten im Kupferkies und im Bleiglanz beobachtet werden. In größerer Verbreitung wurde es ferner in Gangquarz sichtbar. Ged. Silber scheint vollständig zu fehlen. Der vielfach genannte Antimonglanz wurde nicht beobachtet. Michel hat sein Vorkommen schon bezweifelt, trotzdem kam F. Czermak[1] kürzlich wieder auf ihn zurück, ohne selbst Antimonit gesehen zu haben. Für Antimonglanz dürfte der gelegentlich vorkommende Boulangerit angesehen worden sein. Im Gangquarz konnte niemals neugebildeter Feldspat (Albit) aufgefunden werden. Da die Feldspäte durch Anätzen mit Flußsäure eine ausgezeichnete Anwachsstrukturätzung im Gegensatz zum Quarz erhalten, so war der Feldspat selbst in Anschliffen nicht zu übersehen. In Gangquarz tritt dagegen neugebildeter Chlorit verbreitet auf.

Die Verwachsung des Gangquarzes mit dem verquarzten Nebengestein ist meist so innig, daß selten scharfe Salbänder am Gang auftreten. Der Abbau der Erzgänge im Imhof-Unterbau wird hiedurch, aber in noch höherem Maße durch die Abzweigung reichlicher Seitentrums vom Hauptgang in das Nebengestein und durch Gangzertrümmerungen erschwert.

Michel hat aus seiner Zeit bestandenen Ortsbildern in den Gängen instruktive Angaben über einige Gangzusammensetzungen gegeben (vgl. die eingangs zitierte Arbeit Michel's, p. 548, 550 und 551). Die Gangprofile beweisen, daß Pyrit und Arsenkies die Haupterze der Gänge im Imhof-Unterbau sind, zumeist überwiegt Arsenkies,

[1] Ein bemerkenswerter Erzfund bei Wattens usw., Museum Ferdinandeum, p. 164.

in allgemeiner Verbreitung tritt ferner Bleiglanz auf, er ist regellos im Gang verteilt, das gleiche gilt von dem mehr lokal vorkommenden Kupferkies und der Blende. Auch der Gangquarz zeigt keine Neigung zur Anreicherung an Salbändern oder nach der Mitte des Ganges. Die Gänge bieten das Bild völliger unsymmetrischer Erzverteilung, sie wären im Gegensatz zu den symmetrisch struierten Gängen anderer Lagerstätten vielleicht als diffus-struierte Gänge zu bezeichnen. Die Ursache dieser Erscheinung wird im folgenden Abschnitt dargelegt.

Die erzmikroskopische Untersuchung der Erze des Imhof-Unterbaues.

In den Anschliffbildern der Erze unter dem Opakilluminator (u. d. O. I.) fällt vor allem auf, daß die Erzgemenge ebenso starke metasomatische Verdrängung früher gebildeter Erze durch die später eingewanderten Erze zeigen, wie sie in den ostalpinen, rein metasomatischen Lagerstätten der Ostalpen beobachtet wird. Diese Erscheinung läßt darauf schließen, daß es bereits in den beiden ersten Vererzungsphasen zur vollständigen Ausfüllung der Erzklüfte im Gneis gekommen ist, so daß die späteren Erze nur durch Resorption der älteren Platz finden konnten. Auf diesen Vorgang ist die vorher beschriebene durchaus unsymmetrische diffuse Gangstruktur der Hohen Tauern-Gänge zurückzuführen. Symmetrische Gangstrukturen finden sich in Gängen, bei denen es erst im Laufe der Vererzung allmählich zur Ausfüllung der Gangklüfte gekommen ist, so daß sich die Erze in der Reihenfolge ihrer Bildung von beiden Wänden der Klüfte aus in Schalen übereinander absetzen konnten.

Da die Tauerngänge sehr jugendlichen Alters sind, so sind in ihnen auch die primären Strukturen aufs beste erhalten, aus denen der gesamte Ablauf des Vererzungsprozesses abgelesen werden kann.

Nach den ersten beiden Vererzungsphasen wurde der Erzkörper von einer Bewegung ergriffen, welcher sich in der Struktur der Erze sehr deutlich abgespiegelt hat und auch schon von Michel erkannt worden ist. Eine weitere, aber geringere Bewegung ist vor der letzten Vererzungsphase eingetreten, welche die Veranlassung war, daß der gesamte Erzkörper von einem feinen Netz von Calcit- und Bleiglanzadern durchzogen wurde. Da Calcitabsatz erfahrungsgemäß den Abschluß eines Vererzungsprozesses anzeigt, so muß auch bei den Tauernerzen angenommen werden, daß in ihnen ein bereits zum Abschluß gekommener Vererzungsprozeß vorliegt.

Die chalkographische Untersuchung läßt es daher nunmehr unwahrscheinlich erscheinen, daß die Thermen von Gastein heute noch primär magmatische Mineralbestandteile enthalten und absetzen. Der sehr geringe Anteil an in ihnen gelöster Kohlensäure und das Fehlen von Schwefelwasserstoff in den Thermen sprechen ebenfalls in dem Sinne. Die in den Gasteiner Thermen gelösten Stoffe sind am ehesten den von ihnen durchströmten Erzgängen sekundär entnommen worden. Sie bilden die letzten Nachwehen der tiefmagmatischen Vorgänge, auf welche die Vererzung zurückzuführen ist.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

In der nachfolgenden Beschreibung werden die Phasen der Erzbildung in ihrer zeitlichen Folge besprochen, soweit sie sich aus der Untersuchung der Erzstufen erkennen lassen.

I. Vererzungsphase. Pyrit mit ged. Gold und Argentopyrit, wenig Quarz I.

Der Pyrit der Tauernerze ist von allen Erzen und auch von späterem Quarz intensiv verdrängt worden. Er stellt die älteste Erzausscheidung dar. Überall sind Resorptionsreste von Pyrit im Arsenkies, Kobaltglanz, im Bleiglanz und im Magnetkies, aber auch in der Blende und im Kupferkies eingeschlossen. Der wiederholte Angriff, dem der Pyrit ausgesetzt war, hat dazu geführt, daß unversehrte Pyritkrystalle in komplexen Erzstufen kaum mehr beobachtet werden. Nur in derben reinen Pyritstufen aus jenen Teilen der Lagerstätte, mit denen die späteren Auftriebe der Therme (des Mineralisators) nicht mehr oder nur unzureichend in Berührung gekommen sind, werden Stufen unverletzter Pyritkrystalle angetroffen. Solche Pyriterze stehen in der südlichen Auslängung, 80 *m* von der Grundstrecke des Imhof-Stollens im Kupelwieser Gang an. In ihnen sind Einschlüsse von ged. Gold nicht selten und auch Argentopyrit nachgewiesen. Der Pyrit bildet dort ein drusiges, mit Hohlräumen versehenes Aggregat, dunkelgelber, meist 0·5 bis 1 *mm* großer Würfel und Pentagondodekaeder. Am Salband dieser Erze erscheint Arsenkies mit viel Quarz.

In der südlichen Auslängung (bei 230 *m*) des Dionysganges sind reine Pyritanreicherungen in Erztrums gegen den Gneis vorhanden. Dieser Pyrit ist lichtgelb und zeigt ausschließlich Würfelkrystalle. Beide Erzstufen wurden mit negativem Erfolg auf das Vorhandensein von Karbonaten untersucht, auch in anderen Anschliffen konnte das Vorhandensein eines mit dem Pyrit gleichzeitig gebildeten Karbonates nicht festgestellt werden. Dagegen tritt mit dem Pyrit sparsam gebildeter Quarz auf.

Die erzmikroskopische Untersuchung ergab, daß zweierlei Pyrite auftreten. Ein sattgelber, völlig isotroper Pyrit und ein lichtgelber, schwach anisotroper Pyrit, beide in Würfelform. Der letztere reflektiert immer noch erheblich gelber als Arsenkies. Beide Pyrite nehmen bei der Ätzung mit HNO_3 (1 1) eine leicht dunklere Verfärbung an, während diese Ätzung beim Arsenkies die rhombische Anwachsstruktur in abwechselnd gefärbten Zonen entwickelt. Durch mikrochemische Untersuchung konnte im Pyrit weder Ni und Co noch auch Cu nachgewiesen werden, dagegen enthält der lichte Pyrit As. Schwach anisotroper Pyrit ist aus anderen Lagerstätten mehrfach beschrieben worden. Schneiderhöhn[1] hat ihn als einer der ersten in der Blei-Zink-Erzlagerstätte von Deutsch-Scharley nach-

[1] Mineralchem. und mikroskop. Beobachtungen usw. Chemie der Erde, V, 1930, p. 391.

gewiesen; er enthält auch hier As und wurde seine Entstehung aus Gel festgestellt.

Ich[1] konnte anisotropen Pyrit vor kurzem auch in der Silber-Antimon-Erzlagerstätte von Abfaltersbach nachweisen. Ein Vergleich zeigte, daß dieser allerdings erheblich weniger anisotrop ist als der vorliegende der Tauernerze.

Die normalen sattgelben, isotropen Pyrite sind in den Erzen des Imhof-Unterbaues die erstgebildeten, denn Resorptionsreste von ihnen sind in isolierten größeren Partien bis zu Zügen feinster gerundeter Auflösungsreste in den lichten Pyriten eingelagert, besonders deutlich ist das an Erzstufen der nördlichen Auslängung bei 248 *m* des Dionysganges zu beobachten. In den vorerwähnten Erzen der südlichen Auslängung (80 *m*) des Kupelwieser Ganges lassen sich stellenweise mikroskopische Einschlüsse von ged. Gold und von Argentopyrit erkennen. Das ged. Gold ist gegenüber dem gelben Pyrit noch sattgelber und viel leuchtender; es tritt in bestimmten Partien in erstaunlicher Menge auf und in Korngrößen bis zu 0·14 *mm*. Daß es sich um ged. Gold handelt, wurde durch die Widerständigkeit der Körner gegen HNO_3 und auch gegen schwefels. und gegen alkalisches Permanganat festgestellt.[2] Das Gold besitzt im Pyrit sehr unregelmäßige äußere Gestalt, es bildet eckige Körner, diese senden schlauchförmige Appendices in die Pyritmasse hinein (Abb. 1). Es kann nur an eine primäre kolloidale oder krystalline Ausscheidung des Goldes gedacht werden, welche sich gleichzeitig mit derjenigen des Pyrits vollzogen hat.

Durch diesen mikroskopischen Nachweis von reichlichem Freigold im Pyrit der Erze des Imhof-Unterbaues wird der chemische Nachweis einer reichlichen Goldführung in diesen Pyriten von 12 bis 117 *p/t* durch Dr. Imhof[3] bestätigt.

Im gleichen Pyrit treten aber vereinzelter auch ebenso kleine Einschlüsse von Argentopyrit (Ramdohr's Silberkies, III, AgF_3S_5) auf. Die Reflexionsfarbe ist lichtbräunlich grau gegen den umgebenden Pyrit, die Körner sind unregelmäßig gerundet, nicht tropfenförmig. Sie zeigen besonders in Öl starke Anisotropie (völlige Auslöschung, braungrau gegenüber Magnetkies) und werden von KOH und HNO_3 (1 1) schnell braun getönt, sind aber gegen KCN und HCl unempfindlich. In diesem dem Pyrit eingelagerten Argentopyrit ist

---

[1] Eine perimagmatische Antimon-Silber-Erzlagerstätte südlich Abfaltersbach, Osttirol. Zeitschr. d. Deutschen Geol. Ges., 1933.

[2] Die Widerständigkeit des Goldes, besonders gegen das letztgenannte Reagenz, wurde im Laufe der gesamten Untersuchung stets und mit größtem Vorteil benutzt, da es in den Erzen meist auf die Unterscheidung sehr kleiner mikroskopischer Goldeinschlüsse von Kupferkieseinschlüssen angekommen ist. Auf diesem Wege konnten auch Körner von ged. Gold, welche im Kupferkies eingeschlossen sind, sichtbar gemacht werden. Da der Kupferkies sich in schwefels. Kalipermanganat schnell schwärzt, beziehungsweise löst, verbleiben die Goldkörner in dieser Masse in unveränderter lichtgelber Reflexion.

[3] Diese und die später erwähnten Analysen Oberbergrat Dr. Imhof's sind auf p. 558 der eingangs zitierten Arbeit H. Michel's zusammengestellt.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

offenbar der Hauptsache nach der Silbergehalt des Pyrits enthalten, der nach Imhof 35 bis 88·5 *g/t* Pyrit beträgt.

Der lichte Pyrit zeigt keine Einschlüsse von Freigold und Argentopyrit, wohl aber stellenweise zahlreiche Arsenkieseinschlüsse vom Durchmesser bis zu 0·4 *mm*. Da kaum anzunehmen ist, daß er im Gegensatz zum gelben Pyrit Au- und Ag-frei ist, so muß er sein Gold und Silber primär, molekulardispers aufgenommen haben, dagegen führte das im lichten Pyrit enthaltene Arsen an Stellen stärkerer Anreicherung zur Ausscheidung in ihm eingeschlossener kleinster Arsenkieskörner.

Anschliffe zeigen ferner besonders in Gemengen aus lichtem Pyrit idiomorph an scharfen Krystallflächen gegen den Pyrit grenzende Quarzpartien, welche als gleichzeitige Ausscheidung (Quarz I) erscheinen. Dieser Quarz ist von jenem jüngeren (Quarz III) zu trennen, welcher die Erze durchadert und meist auch Arsenkies führt.

Die Untersuchung ergab demnach das folgende: Als erste Ausscheidung erscheint ein normaler sattgelber Pyrit, welcher stellenweise noch gegenüber allen jüngeren Erzen in krystallindrusigen, mit Hohlräumen versehenen Partien im Erzkörper erhalten ist. Mit ihm erscheint reichlich ged. Gold und auch Silber, das im Pyrit zur Bildung von Argentopyrit führt. Durch den Eintritt geringer As-Mengen in die Lagerstätte wurde sodann lichtgelber, anisotroper Pyrit, teilweise mit sehr wenig eingeschlossenem Arsenkies abgesetzt. Zugleich wird sparsam Quarz I gebildet. Zugleich mit der beginnenden As-Zufuhr dürfte die Temperatur der Therme gestiegen sein. Vom lichten Pyrit wurde Gold und Silber molekulardispers aufgenommen.

II. Vererzungsphase: Arsenkies-Glanzkobalt-Rammelsbergit-Gersdorffit mit reichlichem Quarz II.

Die Vererzung beginnt mit sehr reichlichem Absatz von Arsenkies. Durch etwas späteren Eintritt von Co und Ni in die Lagerstätte wird sodann, neben der weiter andauernden Bildung von Arsenkies, Glanzkobalt und Gersdorffit sowie Co-hältiger Rammelsbergit abgesetzt. In ständig zunehmendem Ausmaße geht mit der Erzausscheidung die Ausscheidung von Quarz einher. In allen diesen Erzen und im Quarz treten reichlich Resorptionsreste von Pyrit auf, während sie selbst von jüngeren Erzen wieder in Form von Resorptionsresten eingeschlossen werden. Am häufigsten sind Arsenkiesreste im Magnetkies und im Kupferkies.

Besonders der Arsenkies muß vor dem Absatz der jüngeren Erze in viel größerer Menge in der Lagerstätte vorhanden gewesen sein. Er ist zusammen mit Pyrit der Hauptgoldträger der Lagerstätte.

Oberbergrat Imhof glaubte nach der Untersuchung von Aufbereitungskonzentraten das Vorhandensein von Löllingit neben dem Arsenkies annehmen zu müssen. Erzmikroskopisch ließ sich kein Kies erkennen, welcher als Löllingit hätte angesprochen werden

können. Wohl mag der As-Gehalt im Arsenkies schwanken und wohl auch noch Übergänge zum Leukopyrit vorhanden sein, stets ist aber die Tracht der lichten Eisenkiese die kurze Pyramidenform des Arsenkieses. Bei den Aufbereitungskonzentraten, welche sich als noch lichtere Kiese als Arsenkies nach Imhof gezeigt haben, könnte es sich vielleicht um die bisher in den Tauerngängen unbekannt gewesenen Ni-Kiese gehandelt haben.

Arsenkies tritt in derben Aggregaten auf, welche u. d. O. I. bei + Nicols eine ausgesprochene Pflasterstruktur zeigen. Zwischen ihnen sind Quarzpartien ausgeschieden, gegen welche der Arsenkies idiomorph mit Pyramidenflächen einspringt. An der Grenze der Arsenkiesaggregate nimmt die Quarzmenge zu, so daß es dann zur Ausbildung isolierter spitzer Pyramiden, welche im Quarz schwimmen, gekommen ist. Die im derben Arsenkies vorhandenen Quarzpartien dürften Ausfüllungen von Hohlräumen in bereits gebildetem Arsenkies sein. Der Absatz des Quarzes hat demnach im Laufe der Ausscheidung der Arsenide zugenommen. Von diesem Quarz ist der jüngere, vorwiegende Gangquarz, Quarz III, zu unterscheiden, welcher den Arsenkies wieder resorbiert hat, zerbrochene Arsenkiesfragmente zementiert und dem häufig Kupferkies gefolgt ist. Arsenkies nimmt leicht glatte Politur an, im Gegensatz auch zum anisotropen Pyrit und zeigt fast weiße, sehr helle Reflexion. Die Anisotropie ist stark, besonders bei schräg gekreuzten Nicols charakteristisch, der Farbwechsel violettblau-braunrot sehr scharf. Bei besonders intensiver Beleuchtung wird eine violette Nuance im blau und braun deutlich. Ob ein zu beobachtender Unterschied in der Lebhaftigkeit der Anisotropie auf die krystallographische Lage des Anschliffes oder auf höheren oder niederen As-Gehalt zurückzuführen ist, ließ sich nicht entscheiden. Durch Anätzen mit HNO_3 (1 1) tritt in abwechselnd braun und blau angelaufenen Zonen Anwachsstruktur parallel der Außenbegrenzung nach zirka 60 Sekunden auf. Pyrit ist oft bis zum Haufwerk kleinster Reste im Arsenkies aufgezehrt worden.

Arsenkies findet sich auch als Ausfüllung bei der Pyritbildung offen verbliebener Hohlräume inmitten von Pyritaggregaten. Dort ist der Arsenkies den Würfelflächen des Pyrits, ohne daß an diesen eine Resorption zu beobachten wäre, aufgewachsen. Ein guter Beweis dafür, daß die metasomatische Verdrängung des Pyrits nur dort eingetreten ist, wo die Therme nur diffus unter Lösung aufsteigen konnte (vgl. p. 50). Im Arsenkies wurden keine gleichzeitig gebildeten oder später entmischten Einschlüsse beobachtet, vor allem konnte niemals Freigold gefunden werden, trotzdem die Analysen Imhof's einen Goldgehalt von 39 bis 128 *g/t* im Arsenkies angeben. Das Gold muß ebenso wie das vorhandene Silber molekulardispers in den Arseniden vorhanden sein. Mikrochemisch wurde dagegen mehrfach Ni und Co nachgewiesen, dagegen fehlt Cu.

Ähnliche Erze wurden auch in der nördlichen Auslängung des Kupelwieser Ganges gefunden. Vorerst treten dort Arsenkies-

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

züge im weißen porösen Quarz auf, welche nur wenig Pyritreste enthalten. Innerhalb normaler Arsenkiese wurden hier noch Nihaltige aber Co-freie Arsenkiese angetroffen (mikrochemische Untersuchung aus Anschliffen ausgebohrter Proben), welche eine sehr schwache Anisotropie aufweisen, in bestimmten Stellungen vollkommen isotrop sind. Auffallenderweise zeigen diese Kiese ein geringeres Reflexionsvermögen als die normalen Arsenkiese, sie zeigen eine glanzkobaltähnliche Rosafärbung und erinnern darin an Linneite und nehmen mit HNO_3 behandelt, eine schwache zonare Bräunung an. Man könnte bei diesen Kiesen auch von stark eisenhaltigem Gersdorffit sprechen, wenn auch die optischen Eigenschaften denjenigen des Arsenkies erheblich näherstehen.

In diesem Zusammenhang ist es von Interesse, daß Arsenkiesanschliffe aus Erzen des Hieronymus-Stollens (Kote 1920) am Rathausberg nicht selten kleine (0·02 *mm*), tropfenförmige oder auch krystallinbegrenzte Entmischungen von Millerit besitzen, welcher an einer starken Anisotropie, gelben Reflexion und Widerständigkeit gegen Ätzung mit HCl und konzentrischer HNO_3 erkannt werden konnte.

In der südlichen Auslängung des Kupelwieser Ganges, 50 *m* oberhalb des Imhof-Unterbaustollens und von diesem 58 *m* entfernt, treten untergeordnete Züge von Glanzkobalt auf. Diese liegen zwischen Arsenkiespartien; es gelang aber in diesen Stufen nicht, beide Kiese nebeneinander in Anschliffen zu erhalten. Makroskopisch ist der Glanzkobalt vom Arsenkies bei unmittelbarem Vergleich durch eine leicht bräunliche Färbung zu unterscheiden. Seine Anschliffe zeigen u. d. O. I. narbige Oberflächen und starke Neigung zu konkavem Relief. Die Reflexionsfarbe zeigt eine lichtrosabraune Nuance, so daß er dunkler reflektiert als Arsenkies. Die Anisotropieeffekte sind bei genau gekreuzten Nicols schwach, werden aber schon bei geringer Schrägstellung des Polarisators intensiv. Der Glanzkobalt zeigt dann scharf abgesetzte, leuchtend braune (leuchtender als bei Arsenkies) und reinblaue Anisotropiefarben. Sein bestes Kennzeichen ist der bei jedem Individuum bei schräggekreuzten Nicols sichtbar werdende Zwillingsaufbau. Nur selten sind Zwillingsleisten ausgebildet, meist treten zungenförmige oder krystallinbegrenzte Partien auf, welche häufig unter starker Vergrößerung und intensiver Beleuchtung schon bei gewöhnlichem Licht erkannt werden können. Die Struktur des Glanzkobaltes des Kupelwieser Ganges entspricht derjenigen, welche Schneiderhöhn und Ramdohr in Abb. 85, p. 184 vom Glanzkobalt von Selwyn-Queensland abgebildet haben. Der Glanzkobalt ist durch NO_3 (1 : 1) schwach anätzbar, er nimmt in schräg zur c-Achse gestellten Anschliffen die gleiche rhombisch-zonare Strukturätzung an wie der Arsenkies; es fehlen den angeätzten Flächen aber die beim Arsenkies beobachteten blaugefärbten Zonen und treten nur braune Anlauffarben auf. Anschliffflächen $\perp$ zur *c*-Achse nehmen eine gleichmäßig braune Färbung an.

Bei der chemischen Untersuchung zeigte der Glanzkobalt stets einen beträchtlichen Fe-Gehalt, dagegen konnte bemerkenswerterweise durch die beim Arsenkies stets positiv verlaufende mikrochemische Untersuchung mittels Dimethylgloxim kein Ni nachgewiesen werden, ebenso negativ verlief die Untersuchung auf Cu mittels Kaliumkupferbleinitrit.

Der Glanzkobalt enthält stellenweise sehr reichliche Einschlüsse eines isotropen, gelblichbraunen, ein wenig dunkler reflektierenden, harten Erzes, welches in unregelmäßigen Körnern von 0·04 *mm* Durchmesser bis zu allerfeinstem Staub auftritt. Diese Körner bestehen aus Linnéit ($CoFe_2S_4$). Sie treten manchmal deutlich in der Fortsetzung resorbierter Pyritpartien auf und dürften dort zur Ausscheidung gekommen sein, wo der Glanzkobalt nicht mehr die gesamte Fe-Menge aus dem Pyrit aufnehmen konnte.

Wie im Arsenkies sind auch im Glanzkobalt stellenweise reichlich Resorptionsreste von Pyrit eingeschlossen. Ebenso sind die Glanzkobaltstufen reichlich von gleichzeitig ausgeschiedenem Quarz II durchsetzt, in welche das Erz idiomorph hineinragt, oder es sind isolierte, rhombisch begrenzte Glanzkobaltkrystalle im Quarz II eingeschlossen.

In diese Phase der Erzausscheidung gehört ferner noch Rammelsbergit und Gersdorffit. In Erzstufen aus den später noch zu besprechenden Magnetkieszügen der nördlichen Auslängung des Dionysganges treten in Pyritzügen reichliche Beimengungen lichter Kiese auf. Mikrochemisch untersucht ergab sich, daß sie zum Teil aus Arsenkies mit minimalem Ni-Gehalt, zum andern Teil aber aus hoch Ni-hältigem und wenig Co-hältigem Erz bestehen, welches nach seinem erzmikroskopischen Bild schon als Rammelsbergit anzusprechen ist. Dieser ist rein weiß, sehr hell reflektierend, deutlich anisotrop und wird am besten als Co-hältiger Rammelsbergit bezeichnet. Auch in ihm sind reichlich Pyritreste eingeschlossen, und zwar handelt es sich ausschließlich um dunklen, isotropen Pyrit.

Der Rammelsbergit gehört daher zweifellos in die II. Vererzungsphase.

In dieser Phase kam es auch zur Bildung von Gersdorffit. Dieser tritt ähnlich dem Glanzkobalt nur lokal angereichert auf. Die später beschriebene Magnetkiesstufe aus der westlichen Auslängung des Strabelebenganges ist die einzige, in welcher ich das genetische Verhältnis des Gersdorffits zum Arsenkies erkennen konnte. In dieser Stufe tritt ein Quarz II auf, welcher reichlich von sehr kleinen idiomorphen Gersdorffitwürfeln erfüllt ist und in welchem daneben große idiomorphe Arsenkieskrystalle schwimmen. Die sehr hohe Lichtbrechung des Gersdorffits und seine Isotropie läßt ihn leicht vom Arsenkies unterscheiden, noch deutlicher wird die Trennung beider bei der Anätzung mit $KOH+KMnO_4$. Dieses Mittel greift Gersdoffit im Gegensatz zum Arsenkies nicht an. Man kann auf diese Weise beobachten, daß winzige Gersdorffitwürfel

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

idiomorph auch im Arsenkies eingeschlossen sind und demnach mit diesem späten Arsenkies gleichzeitig entstanden. Wie später beschrieben wird, wurde er bei der Resorption des Quarzes und Pyrits gelegentlich der Magnetkiesbildung in dichten Säumen am Außenrand des Magnetkies und auch in unregelmäßigen Zügen inmitten desselben abgedrängt. Erst Kupferkies resorbiert die Nickelkiese (Abb. 7). Isolierte Gersdorffitkrystalle treten auf diese Weise als letzte Resorptionsreste der II. Vererzungsphase inmitten der viel späteren Paragenesen häufig auf.

Die Untersuchung ergab das Folgende: Nach dem Absatz des lichten Pyrits kam es zunächst zu reichlicher Bildung von Arsenkies; im Verlauf seines Absatzes nimmt die Ausscheidung von Quarz II ständig zu, um schließlich zu einem Quarzabsatz zu führen, in welchem nur noch isolierte Arsenkiespyramiden schwimmen. Der Arsenkies führt anscheinend ständig, aber in wechselnder Menge Ni und auch Co, er ist aber Cu-frei. Die Ni-Zufuhr wächst langsam an, so daß schließlich auch neben den isolierten Arsenkiespyramiden auch Gersdorffitwürfel im Quarz II auftauchen. Im Arsenkies der Rathausberger Hauptzone kam es zur Ausscheidung von Millerit. Früher als die Ni-Erze tritt Glanzkobalt lokal angereichert auf.

In keinem dieser Arsenide, ebensowenig im Quarz II, konnte Freigold oder ein Silbererz beobachtet werden. Das Gold, welches zur Zeit der II. Vererzungsphase in die Lagerstätte teils sekundär aus resorbiertem Pyrit stammend, teils neu zugeführt abgesetzt wurde, muß von den Arseniden molekulardispers aufgenommen worden sein. Imhof gibt die folgenden Hältigkeiten an:

		Au-Gehalt	Ag-Gehalt
Pyrit	12	bis 117·5 *g/t*	35 bis 88·5 *g/t*
Arsenkies	.39	bis 128 *g/t*	131 bis 501 *g/t*
»Löllingit«, Ni-Kiese pars.	..13·5	bis 23 *g/t*	242 bis 138 *g/t*

Unter Berücksichtigung des spezifischen Gewichtes des Arsenkies = 6—6·2 und des Pyrits von 4·9—5·2 ergibt sich, daß in gleichen von Arsenkies einerseits und Pyrit anderseits eingenommenen Gangräumen der Goldgehalt beim Arsenkies ein noch höherer ist als beim Pyrit. Es dürfte also, wenn auch der größte Teil des im Arsenkies enthaltenen Goldes aus resorbiertem Pyrit stammt, während der II. Vererzungsphase eine weitere Goldzufuhr in die Lagerstätte stattgefunden haben.

Die Imhof'schen Analysenzahlen lassen anderseits erkennen, daß der Ag-Gehalt der Arsenide ein so bedeutend höherer ist als der des Pyrits, daß die Silberzufuhr im Gegensatz zur Goldzufuhr von der I. in die II. Vererzungsphase stark angewachsen sein muß. Schließlich erreichte die Ag-Menge den drei- bis vierfachen Betrag der Au-Menge, ein Verhältnis, welches die Gänge der Tauern-Golderze aber immer noch im Verhältnis zu anderen Edelmetalllagerstätten als ausgesprochene Golderzlagerstätte charakterisiert.

Hauptbewegungsphase der Gänge unter Bildung des Gangquarzes (Quarz III).

Michel hat bereits festgestellt, daß die Pyrit-Arsenkieserze des Geißler Ganges eine intensive Zerreißung erfahren haben. Diese Erscheinung zeigen in mehr oder minder intensivem Ausmaß die Erze aller Gänge des Imhof-Unterbaues. Die Pyrit-Arsenkieserze zeigen in bestimmten Zügen in der Gangmächtigkeit eine Vermörtelung, während benachbarte Züge der gleichen Erze von der Bewegung freigeblieben sind. Dagegen lassen die jüngeren Erze, Magnetkies, Blende, Kupferkies und Bleiglanz wie ihre Begleiter eine solche Durchbewegung nirgends erkennen. Der Grund dieses Unterschiedes ist nicht in der verschiedenen Sprödigkeit der einzelnen Erze zu suchen, denn die jüngeren Erze durchsetzen den Pyrit-Arsenkies-Mylonit sehr ausgiebig, ohne eine Störung ihrer primären Ausbildung erfahren zu haben. Man sollte nun erwarten, daß die durch die Durchbewegung entstandenen Bruchstücke von Pyrit und Arsenkies sowie des Rammelsbergit durch die jüngeren Erze zementiert wären. Das ist aber nicht der Fall. Das Zement des Mylonits bildet ausschließlich Quarz. Dieser Quarz III bildet die Hauptmasse des in den Erzen vorhandenen Quarzes und kann daher als der eigentliche Gangquarz bezeichnet werden. Er muß schon während der Gangbewegung erschienen sein und hat diese bis zur völligen Ausfüllung aller neu entstandener Fugen überdauert.

Mit dieser Bewegungsphase hat eine völlige Änderung der chemischen Aktivität und der chemischen Beschaffenheit der Therme plötzlich eingesetzt.

So auffallende Erscheinungen diese Hauptbewegung der Erzstruktur auch zurückgelassen hat, die Bewegung kann im Gebirgskörper keine sehr intensive gewesen sein. Wäre das der Fall gewesen, so müßte man erwarten, daß durch sie im vererzenden Kluftsystem neue Klüfte aufgerissen wären, in denen nur die jüngeren Erze vorhanden sein könnten. Das ist aber nirgends der Fall. Die Bewegung hat nur ein — und zwar geringes — Aufreißen der vorhandenen, bereits durch Pyrit und Arsenkies und der diese begleitenden Erze ausgefüllten Gangklüfte vor allem keine Dislokation bewirkt. Immerhin muß die Bewegung eine tiefgreifende gewesen sein, denn die plötzliche Veränderung der chemischen Beschaffenheit der Therme kann nur auf eine Veränderung der Aktivität des tiefliegenden Magmas zurückgeführt werden.

Betrachten wir das Bewegungsbild näher, so erkennen wir, daß es in erster Linie die derben Erzzüge sind, welche zerrissen wurden, während die Züge des Quarz II mit den in ihm schwimmenden Arsenkieskrystallen verschont geblieben sind.

Im Gangquarz III zeigen die eckig und kantig zerbrochenen Arsenkiesbruchstücke kaum Anzeichen einer Anlösung, während die Pyrite in stark resorbierten, gerundeten Bruchstücken eingeschlossen

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

sind. Das im Gangquarz III u. d. O. I. häufig sichtbare Freigold dürfte daher teilweise aus resorbierten Pyritpartien stammen. Der hohe Goldgehalt des Gangquarzes, welcher nach Imhof mit 303 bis 2·5 *g/t* (Silbergehalt 95·5 bis 16 *g/t*) gefunden worden ist, spricht aber dafür, daß mit dem Gangquarz neuerdings aszendentes Au in die Gänge eingeführt worden ist.

Um dieser Frage näher zu kommen, wurde die Struktur des Gangquarzes näher untersucht. In den Anschliffen gelingt es meist unschwer, ihn vom Quarz II der Arsenkiesphase, welcher von Gangquarz an Klüften und Adern durchsetzt wird, abzutrennen und im Anätzen des Quarzes mit Flußsäure (zirka 10 Sek.) kann die Struktur im Anschliff gut sichtbar gemacht werden. Der Gangquarz zeigt sich dann auf größeren Flächen als eine gleichmäßig dichte Masse, in welcher vollkrystalline Quarzsäulen oder auch kleinkörnige Quarzmassen mit Pflasterstruktur, vereinzelt auch Rutilnadeln schwimmen. Dagegen bildet der Quarz II stets ein gleichmäßig feinkrystallines Gemenge. Die Struktur des Gangquarzes spricht durchaus für eine primäre kolloidale Ausscheidung des Gangquarzes, in welcher sich bald vollkrystalline Quarzprismen und bei dichterer Lage der Krystallisationszentren ein feinkörniges Krystallgemenge ausgeschieden hat. In Gangteilen, in denen die ursprüngliche kolloidal in den Erzkörper eingetretene Kieselsäure nicht alle Hohlräume ausgefüllt hat, sind auch größere krystalline und dann häufig recht locker miteinander verwachsene Quarzsäulen vorhanden.

Die in den Anschliffen wiederholt beobachteten Einschlüsse gediegenen Goldes im Quarz bilden vielgestaltige Körner, die häufig bereits mit bloßem Auge sichtbar sind. Der das Gold umschließende Quarz ragt, wie es die Abb. 2 zeigt, in winzigsten, erst bei sehr starker Vergrößerung (zirka 1000fach) sichtbar werdenden krystallinen Pyramiden in das Gold hinein. Diese Erscheinung spricht sowohl für die kolloidale Ausscheidung des Goldes als auch für die des kolloidalen Absatzes des Quarzes aus der Therme; dieser ist erst sekundär krystallin in die Goldmasse hineingewachsen.

Die Ausbringung des Goldes hat in der Flotation und bei der Verhüttung nicht immer den Analysenergebnissen entsprochen, so daß die Vermutung aufkam, daß sich im Quarz der Imhof-Erze unsichtbares Gold vorfinden müsse. Der mikroskopische Befund spricht nicht für diese Vermutung. Ein wechselnder Goldgehalt des Quarzes ist zunächst so zu erklären, daß die Quarze II, während derer Bildung das Au in den Arsenkies überging, als nahezu goldfrei anzusehen sind, während nur der Quarz III Freigold wiederum bei der Resorption der Pyrite übernommen hat, also nur er als goldreich anzusehen ist. Außerdem ist — wie die Anschliffe zeigten — die Korngröße des meisten Freigoldes so klein, daß die völlige Isolierung vom Quarz bei der Verpochung schwer zu erzielen ist. Ferner steckt auch Gold in zahlreichen, wiederum sehr kleinen, im Quarz III eingeschlossenen Pyritresorptionsresten und in den

eingeschlossenen kleinen Arsenkies-Gersdorffitfragmenten. Nach den erzmikroskopischen Befunden erscheint einerseits die große Schwankung im Goldgehalt der in den Erzen auftretender Quarze genügend geklärt und besteht auch anderseits nicht die Notwendigkeit, im Quarz selbst noch unsichtbares Au anzunehmen. Das in den Anschliffen sichtbar gewordene Gold und das in den im Quarz III als kleinste Resorptionsreste oder Bruchstücke schwimmenden Kiesen enthaltene Gold würde ausreichen, auch einen relativ hohen Goldgehalt der Gangquarze auf analytischem Weg zu ergeben. Die Schwierigkeit besteht offenbar darin, einerseits das Freigold im Gangquarz und anderseits das molekulardisperse Gold in den sehr kleinen Arsenkiesrestchen, welche noch im Quarz schwimmen, auszubringen.

In Anbetracht des sehr geringen Silbergehaltes der Quarze, welcher wohl nur aus den in ihm eingeschlossenen, winzig kleinen Kiesresten stammen kann, die an und für sich ja wenig Ag, aber im Verhältnis zu Au immerhin mehr Ag enthalten als der Quarz, erscheint es nicht ausgeschlossen, daß die Therme, welche den Gangquarz ausgeschieden hat, von neuem Au in die Gänge eingeführt hat. Es würde sich dabei vielleicht um eine Art aszendente Zementation handeln, indem dieser Goldüberschuß aus tieferen Zonen der Lagerstätte durch die Therme nach oben gebracht worden ist. Dies erscheint dann vor allem wahrscheinlich, wenn wir, wie oben schon annehmen, daß die Tauernerze nach der Tiefe zu in immer mehr angereicherte Pyrite und Arsenkiese übergehen, in großer Teufe bei gleichzeitiger Zunahme der Gangzertrümmerung.

III. Vererzungsphase: Phase der Eisenkarbonatbildung mit Magnetkies und Bildung von Rammelsbergit- und Gersdorffitsäumen.

Die Hauptbewegung der Gneismassive der Hohen Tauern mit seinen Gangzügen hatte eine teilweise Veränderung und Verlagerung der Auftriebwege der Therme des Mineralisators zur Folge, so daß die zunächst einsetzende Bildung von Magnetkies in den Gängen des Imhof-Unterbaues im Gegensatz zu der Bildung der älteren und auch der jüngeren Erze nur in bestimmten Zügen in reichlicherer Menge erfolgte. Außerdem war eine Zustandsänderung im Magmakörper eingetreten. Die Vererzungsvorgänge erfahren nunmehr eine grundlegende Änderung, welche im Auftreten ganz anderer Erze und Gangarten zum Ausdruck kommt. Diese Erscheinung läßt in dem Übergang zur III. Vererzungsphase den Ablauf der Vererzung eher als einen anormalen für perimagmatische Vererzungsprozesse im allgemeinen erscheinen.

Es beginnt diese neue Vererzungsphase mit der Ausscheidung von Eisenkarbonaten unter gleichzeitiger intensiver Resorption des Quarzes II und III, gleichzeitig bildete sich durch Umsatz von Pyrit Magnetkies. Es scheint dabei zu keiner Neueinfuhr von Metallen in die Lagerstätte gekommen zu sein. Die Vorgänge

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

während dieser Vererzungsphase konnten nur an zwei Stellen im Imhof-Unterbau, im Dionysgang und im Strabelebengang festgestellt werden, es ist aber anzunehmen, daß diese Magnetkiesphase in den noch nicht aufgeschlossenen Gangzügen auch noch größere Verbreitung gewinnen kann.

Der Magnetkies des Dionysganges tritt im Aufbruch zirka 70 *m* nördlich der Hauptstrecke in derben, vollkommen unbewegten Zügen inmitten stark zerrissener Pyritzüge auf, in denen auch die oben beschriebenen Rammelsbergite vorkommen. Der Magnetkies zeigt im Anschliff die bekannte rosabräunliche Reflexionsfarbe, seine starke Anisotropie ermöglicht die Feststellung, daß die Züge aus einem gleichmäßig körnigen Gemenge von 0·05 bis 0·1 *mm* großen Individuen besteht (Abb. 7), welche keinerlei Streckung aufweisen. Die bekannte, im ostalpinen Magnetkieserz sonst so verbreitete Umsatzstruktur (vgl. Schneiderhöhn-Ramdohr, p. 139, Abb. 62) fehlt dem Magnetkies des Imhof-Unterbaues. Sehr schön sind die Verdrängungsbilder gegen Pyrit (Abb. 5). Der Magnetkies rückt nicht mit krystallinem, sondern mit eher kolloidal gestaltetem Rand gegen den Pyrit vor. Auch Arsenkies wird durch Magnetkies verdrängt, dagegen wird sowohl Rammelsbergit als auch Gersdorffit bei der Bildung des Magnetkies nicht im geringsten angegriffen. In der Magnetkiesstufe des Dionysganges ist es der Rammelsbergit, welcher verschont blieb und an die Außenfläche des Magnetkies zu Säumen verschoben und angehäuft wurde (Abb. 7). Stets sind diese u. d. M. durch die starke, lichte Reflexion sichtbaren Säume an der Grenze gegen Quarz, nie gegen das Karbonat gelegen. Sie können anschwellen und anderseits auch aussetzen.

Die mikrochemische Analyse des Magnetkies ergab mehrfach das Fehlen von Co, Ni und auch von Cu in diesem Erz, während sich der Ni- und geringe Co-Gehalt der Säume neben Fe leicht nachweisen ließ. Unter + Nicols erweisen sich die Säume als ein Gemenge kleiner, deutlich anisotroper Körner, in denen immerhin auch noch etwas Arsenkies vorhanden sein könnte.

Gleiche, bei dem Absatz des Magnetkies gegen den Rand abgeschobene Säume von Gersdorffit und Rammelsbergit sind von Böhne[1], beziehungsweise Friedrich[2] in den Erzen von Mitterberg und Schladming festgestellt worden. In diesen viel Ni- und Co-reicheren Lagerstätten hat aber im Gegensatz zum Erz des Imhof-Unterbaues auch eine Aufnahme von Ni durch den Magnetkies unter späterer Ausscheidung von Pentlandit stattgefunden. Ich möchte dieses verschiedene Verhalten des Magnetkies damit erklären, daß die Tauerngänge durch die vor der Magnetkiesbildung eingetretene Zerreißung eine stärkere Temperaturherabsetzung erfahren haben

---

[1] Kupfererzgänge von Mitterberg in Salzburg. Archiv f. Lagerstättenforschung. Berlin, *49*, 1931.

[2] Die Erze und der Vererzungsvorgang der Co-Ni-Erzlagerstätte Zinkwand-Vöttern in den Schladminger Tauern. Berg- und Hüttenm. Jahrb., Wien 1933.

als jene anderen beiden gleichzeitig gebildeten Lagerstätten, welche in krystallinen Schiefern und hemikrystallinen Sedimenten eingelagert sind. Beweise für starke Temperaturherabminderung in dieser Phase der Vererzung werden noch weiter unten beigebracht.

Im Magnetkies des Dionysganges sind außer Resten von Pyrit und Quarz, beide mit starken Resorptionserscheinungen, keine Einschlüsse vorhanden. Dagegen finden sich im Magnetkies des Strabelebenganges nicht selten Leisten von Kupferglanz. Diese stellen gleichzeitig mit dem Magnetkies gebildete lange, schmale, an den Enden spitz auslaufende Einschlüsse dar, von bläulichweißer Reflexionsfarbe, teilweise körnigem Aufbau und ganz leichter Anisotropie. Sie sind an ihrer größeren Härte (= 4) von ähnlichen Erzen gut unterscheidbar.

Mit dem Magnetkies hat die Bildung von Eisenkarbonat begonnen, dieses findet sich in den Erzen des Dionysstollens in erheblicher Menge. Aus dem sehr starken Reflexionspleochroismus in gewissen Anschliffebenen und aus der deutlichen Violettfärbung mit alizarinsulfosaurem Natrium in schwach salzsaurer Lösung[1] ergibt sich, daß es sich um Siderit handelt. Der Siderit tritt in idiomorphen Rhomboedern inmitten des Magnetkies, verbreiteter aber am Außenrand desselben auf. Die gleichzeitige Bildung beider wird durch die stets idiomorph-krystalline Ausbildung angezeigt, in welcher der Siderit in den Magnetkies hineinragt und eingeschlossen ist. Anderseits durchsetzt der Siderit aber auch den Magnetkies in dünnen Adern, so daß seine Bildung der oben wahrscheinlich gemachten kolloidalen Ausscheidung des Eisenmonosulfids noch überdauert haben dürfte.

Das Magnetkieserz des Strabelebenganges stammt aus einem 20 *m* westlich der Hauptstrecke des Imhof-Stollens bestandenen Abbau. In diesen Erzen erscheint der Magnetkies in der gleichen körnigen Struktur wie im Dionysgang, auch hier hat er ältere Quarze intensivst verdrängt, auch ist mit ihm Eisenkarbonat in die Lagerstätte eingetreten. Der verdrängte Quarz ist hier ein dicht mit kleinen Gersdorffitwürfeln durchsetzter Quarz II, in dem aber auch größere Arsenkieskrystalle vorkommen, in welchen auf p. 56 die in ihm eingeschlossene Gersdorffitwürfel schon erwähnt worden sind. Bei der Resorption des Quarzes ist es hier zu einer starken Ansammlung von vom Magnetkies nicht im mindesten angegriffenen Gersdorffitwürfeln gekommen, welche zwar meist wieder an den Grenzflächen Magnetkies-Quarz die hell reflektierenden Säume bilden, aber in diesem Erz auch sehr zahlreiche, unregelmäßig gestaltete und verlaufende Adern im Magnetkies bilden, welche aus Karbonat, mit dicht eingestreuten Gersdorffitwürfeln bestehen. Daneben finden sich auch isolierte Gersdorffitwürfel im Magnetkies. Wie im Erz des Dionysganges haben Kupferkies I und Boulangerit der IV. Vererzungsphase dann den Magnetkies wieder stark verdrängt.

[1] F. Schwarz, Eine Untersuchung von Siderit und Ankerit usw. Zeitschr. f. prakt. Geol., *37*, 1929, p. 190.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

IV. Vererzungsphase: Kupferkies I mit Siderit, Wismuterze.

Die Erze dieser Phase sind in den Erzen des Imhof-Unterbaues nur in Verbindung mit den Magnetkieszügen und wie diese, sehr wenig verbreitet bisher angetroffen worden. Es sind den Gängen nunmehr geringe Mengen von Cu, Bi und noch geringere Mengen von Sb zugeführt worden. Der gebildete Kupferkies und Wismutglanz, mit bloßem Auge kaum als Erzfünkchen sichtbar, ist aber immerhin bemerkenswert, weil er in anderen als den bisher aufgeschlossenen Gangzügen auch einmal eine größere Verbreitung gewinnen kann. Diese Erze bilden auch eine wichtige Charakteristik des gesamten Vererzungsvorganges.

Die Magnetkieszüge des Dionysganges werden von Sideritzügen durchzogen, welche zeigen, daß die Sideritbildung diejenige des Magnetkies überdauert hat. Vielfach ist die Sideritausscheidung den Grenzflächen des Magnetkieses gegen den Quarz gefolgt, der Siderit verquert dort vielfach die Arsenkies-Rammelsbergitsäume und setzt unregelmäßig in den Quarz hinein, welcher deutliche Lösungserscheinungen aufweist. Quarz ist auch in gerundeten Resten im Siderit enthalten, daneben aber auch idiomorphe Quarzsäulen.

Der Kupferkies I findet sich nicht selten in krystallinbegrenzten kleinen Aggregaten mitten im Siderit als gleichzeitig mit diesem gebildet. Mit Vorliebe hat er sich auch am äußeren Rand der Magnetkieszüge angesiedelt, seine Ausbildung ging stets mit Resorption des Magnetkies einher. Umgekehrt sind aber auch rhomboedrisch begrenzte Sideritpartien und kleine Sideritzüge aneinandergereihter Rhomboeder im Kupferkies mit diesem gleichzeitig gebildet, eingeschlossen. Vielfach enden buchtenförmig in Quarz eindringende Magnetkiespartien in Kupferkiespartien. Es tritt der Kupferkies aber auch inmitten von Pyritzügen mit wenig oder ohne Siderit auf. Hier ist er dem Magnetkies, welcher vor ihm Pyrit verdrängt hat, gefolgt und hat häufig den Magnetkies bis auf eine Reihe winziger gerundeter Magnetkiesreste ausgiebigst wieder verdrängt. Auf diese Weise sind auch reine Kupferkiesnester inmitten der Pyritzüge entstanden; da dieselben nur soeben noch mit freiem Auge zu sehen sind, kann man sie leicht für gediegen Gold halten. Ganz abgesehen von der für Kupferkies charakteristischen Anisotropie mit blauem Farbton wurden viele jener Einschlüsse durch Ätzung mittels $HOH + KMnO_4$ immer einwandfrei als Kupferkies bestimmt. Dieser Kupferkies I tritt im Gegensatz zum Kupferkies II niemals verzwillingt auf; er ist durch auffallend hellgelbe Reflexionsfarbe ausgezeichnet, welche eine Goldähnlichkeit hervorruft. Diese helle Reflexionsfarbe wird vielleicht durch einen relativ hohen Ag-Gehalt bewirkt.

Der später zu beschreibende Kupferkies II besitzt eine dunklere Reflexionsfarbe, er kommt in starken, derben Zügen im Erzkörper der Gänge vor und auf ihn beziehen sich die Analysen Imhof's. Er ist stets verzwillingt und daher wohl aus höher temperierter Therme abgesetzt, als Kupferkies I.

Seltener treten innerhalb dünner Karbonatzüge teilweise im Magnetkies, teilweise in den Pyritzügen Nester auf, welche randlich Kupferkies aufweisen, der Hauptsache nach aber aus Wismutglanz mit wenig gediegenem Wismut bestehen. Der Wismutglanz zeigte in frischen Anschliffen zunächst eine bläulichweiße Reflexionsfarbe, welche aber durch Abwaschen, besonders mit Xylol, in das lichtweiße übergeht, wahrscheinlich sind die frischen Anschliffe durch das benachbarte Bi verschmiert. In Öl erscheint der Reflexionspleochroismus grauviolett, die Anisotropie mit hellgelb-grauschieferblau.

Bei längerem Einwirken von HCl, besonders konzentriertem HCl, nimmt der Wismutglanz bräunliche und blaue Anlauffarben an, mit HNO_3 wird er schnell geschwärzt. Da der Wismutglanz im Anschliff u. d. I. M. dem Boulangerit sehr ähnlich ist, beide auch nahezu gleiche Anisotropie und Ätzeigenschaften besitzen, so wurde der Wismutglanz auch mikrochemisch absolut sichergestellt. Der Wismutglanz resorbiert den Magnetkies ebenso stark wie der Kupferkies. Es befinden sich im Quarz III an Stellen, welche primär mit Pyritbruchstücken besetzt gewesen waren, dann auch reine Wismutglanzmassen, in denen gerundete Magnetkiesreste schwimmen können. Meist befindet sich randlich der Wismutglanzpartien Kupferkies. Selten treten am äußeren Rand des Wismutglanzes isolierte winzige Schwalbenschwanzzwillinge von gedieg. Wismut auf sowohl an Grenzen gegen Kupferkies als auch gegen Quarz oder Magnetkies (Abb. 6). Das gedieg. Wismut fällt außer durch seine Krystallform, durch seine überaus helle, lichtgelbe Reflexion auf, es wird durch HNO_3 sofort gelöst. Die in Abb. 6 ersichtliche Erzkombination bietet ein überaus charakteristisches Bild, welches sowohl mitten im Quarz als auch im Pyrit und Quarz auftreten kann. Diese Kombination ist die gleiche, welche O. Friedrich in den Erzen der Ni-Co-Erzlagerstätte der Zinkwand bei Schladming und ähnlich auch E. Böhne aus den Mitterberg-Bischofshofener Erzen beschrieben und abgebildet haben. Böhne hat das gedieg. Wismut allerdings für Gold gehalten. Da Bi bei 271° C. schmelzbar ist, so bilden die in den Tauernerzen und in den Mitterbergerzen vorhandenen Bi-Krystalle Beweise für eine unter 271° C. gelegene Temperatur der vererzenden Therme während der IV. Vererzungsphase. In den Schladminger Erzen ist das gedieg. Wismut dagegen stets in Tropfenform im Wismut glanz eingeschlossen, dort kann daher auf eine höhere Temperatur der Therme in dieser Vererzungsphase geschlossen werden.

Sporadisch finden sich im Kupferkies und im Magnetkies auch noch andere Erze, unter denen Tennantit zu erwähnen ist. Es konnte im Magnetkies und an der Grenze desselben gegen Kupferkies in winzig kleinen, zackig verzweigten Körnern festgestellt werden. In Luft erscheint eine blaugraue Farbe von sehr geringer Helligkeit, in Öl ein dunkleres Grau mit olivem Ton. Die Isotropie und das Erscheinen roter Innenreflexe sowie die Unan-

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

greifbarkeit durch HNO_3 erlauben die Bestimmung als Fahlerz, die Farbe weist auf As-Cu-Fahlerz, auf Tennantit hin. Die Ausscheidung ist im Magnetkies bei der Verdrängung durch Kupferkies erfolgt und dürften in diesem Erz die geringen Mengen des bei der Verdrängung von Arsenkies durch Magnetkies und dieses durch Kupferkies freigewordenen As zum Absatz gekommen sein.

Das Ergebnis der Untersuchung der III. und IV. Vererzungsphase ist das Folgende:

Nach der Hauptbewegungsphase, welche die Erzgänge nach der Bildung des Arsenkies-Glanzkobalt-Rammelsbergit betroffen hat, trat ein völliger Wechsel der chemischen Aktivität und der chemischen Beschaffenheit des Mineralisators — der Therme — ein, welche mit einem starken Temperaturfall der Therme und des Nebengesteins verbunden waren. Dieser Wechsel kommt vor allem darin zum Ausdruck, daß die Zufuhr von Quarz völlig aufhört und nun Eisenkarbonate, vor allem Siderit als Gangart ausgeschieden werden. Ebenso hört die Zufuhr von As, Fe, Ni, Co und Au auf und an Stelle dieser Elemente gelangt nur spärlich Cu und Bi in die Lagerstätte. Der Pyrit wird stellenweise intensiv in Magnetkies umgewandelt und dieser wird alsbald in geringerem Maße von Kupferkies I und Wismutglanz verdrängt, wobei es zur spärlichen Bildung von krystallinem gedieg. Wismut kommt. Der Absatz von Siderit hält während der III. und IV. Vererzungsphase ununterbrochen an. Die Erscheinungsform des Magnetkieses deutet auf kolloidale Ausscheidung dieses Sulfids hin, welches erst sekundär die krystallinkörnige Struktur angenommen hat. Bei diesem Vorgang drang Siderit in die Schrumpfungsrisse der krystallisierenden Magnetkiesmasse ein, teilweise mit Kupferkies I. An anderen Stellen wurden die letzteren Klüfte des Pyrits und Arsenkieses aus der Zeit der Hauptbewegung der Gänge mit Karbonat, Kupferkies und Wismutglanz ausgefüllt. Es ist anzunehmen, daß sowohl Siderit als auch Magnetkies ihr Fe dem Pyrit entnommen haben, ebenso dürfte das Au und Ag aus dem Pyrit in die neugebildeten Sulfide eingetreten sein. Der Kupferkies I hat den Magnetkies stark verdrängt. Der in ihm eingeschlossene anisotrope Kupferglanz, der nicht verzwillingte Kupferkies und das Auftreten krystallinen gedieg. Wismuts zeigen ebenso wie die karbonatische Gangart zugleich einen starken Temperaturfall der Therme an.

V Vererzungsphase: Zinkblende—Quarz IV.

In den zur Untersuchung vorgelegenen Magnetkies-Kupferkies I-Wismutglanzstufen konnte keine Blende aufgefunden werden, so daß ihr Verhältnis zu diesen Erzen nicht unmittelbar festgestellt werden konnte. Blende ist aber in einzelnen Gangteilen in relativ beträchtlicher Menge und in kleinen Mengen in den Erzen

verbreitet anzutreffen. Die Stellung der Blende in der Ausscheidungsfolge wird einerseits dadurch bestimmbar, daß Blende Pyrit intensiv verdrängt, während sie selbst anderseits von den Erzen der VI. und VII. Vererzungsphase, vom Kupferkies II und durch Bleiglanz aber auch von dem späten Calcit teilweise sehr stark verdrängt erscheint. Die metasomatischen Verdrängungsstrukturen von Bleiglanz gegen Blende sind die instruktivsten in den Tauernerzen.

Als Gangart stellt sich mit der Blende noch einmal Quarz ein. Die Bildung von Siderit und Eisenkarbonate war schon beendet.

Die in den Erzstufen angetroffene Blende zeigt durch ihre verschieden dunkle Färbung einen sehr wechselnden Eisengehalt an. Überwiegend liegt eine eisenreiche, makroskopisch dunkle Blende vor, welche u. d. I. M. bei +N tiefrote Innenreflexe an Ausbrüchen und Schleifkritzern zeigt. Blendepartien, welche aber abseits von Pyritzügen gelegen sind, besitzen eine wesentlich lichtere Färbung und zeigen u. d. I. M. bei +N sogar gelbe Reflexe. Der Eisengehalt der Blende stammt daher aus dem Pyrit und wurde von der Blende bei der Verdrängung des Pyrits aus diesem aufgenommen. Die Blende läßt schon makroskopisch, besser aber nach der Anätzung mit $KOH+KMnO_4$ eine sehr grobkörnige Beschaffenheit erkennen. Angeätzte Anschliffflächen zeigen stets im Aufbau jeden Kornes zahlreiche engstehende Zwillingslamellen, welche vollkommen geradlinig ohne jedwede spätere Druckstörung das Korn durchziehen. Die Blende enthält ausnahmslos Kupferkiesentmischungen in Tropfenform, aber auch teilweise in krystallin begrenzten Körnern. Die Menge des eingeschlossenen entmischten Kupferkieses ist verhältnismäßig gering und die Tropfen und Krystalle sehr klein. Die Anordnung der Kupferkieseinschlüsse erscheint im Anschliff häufig linear nach Blendelamellen, so wie es E. Clar[1] in seiner Abb. 1 in der Blende vom Schneeberg in Südtirol beschrieben hat. Sehr verbreitet sind Resorptionsreste von Pyrit, meist in langen Zügen gerundeter Pyritbestandteile, in der Blende eingeschlossen. Sehr fein werden die Strukturen, wo die Blende in Pyritmylonite eingedrungen ist und scheint hier auch der Quarz II und III noch mit angegriffen zu sein. Dagegen fehlen Verdrängungsstrukturen gegen Arsenkies-Cobaltit. In einer Erzstufe aus der nördlichen Auslängung des Kupelwieser Ganges, 162 *m* von der Grundstrecke, ist die Blende dicht erfüllt von Bruchstücken von Arsenkies und sehr wenigen Resten von Pyrit, trotzdem sie an dieser Stelle gegen einen dichten Pyrit-Arsenkies-Mylonit vordringt, welcher reich an Pyrit ist. Sehr bemerkenswert sind die Quarzeinschlüsse in der Blende. Michel hat auf seiner Fig. 4 bereits idiomorphe Quarzsäulen als Einschlüsse in der Blende abgebildet. Wie meine Abb. 10 zeigt, tritt der Quarz meist in eigenkrystallinen Aggregaten, zuweilen in der Erscheinung von Zwickelausfüllungen in der Blende auf. Es

[1] Zentralbl. f. Min. u. Geol., 1931, A, p. 148.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

sind in der Blende auch Quarzsäulen enthalten, deren Wachstum durch Blende gehindert erscheint. Es unterliegt keinem Zweifel, daß sich in der Phase der Blendebildung noch einmal ein Quarz IV gebildet hat, nun allerdings nicht wie beim Gangquarz primär als Gel, sondern direkt krystallin entstanden. Sehr verbreitet ist die Blende später bei der Bleiglanzbildung wieder resorbiert worden. Der in ihr entmischte Kupferkies ist dann häufig am Rand gegen Bleiglanz als dünne Kupferkieszone angehäuft verblieben. Die Entmischung in der Blende könnte demnach vor der Bleiglanzphase schon eingetreten sein.

Nach Imhof wurden in der Blende 22 bis 9 *g/t* Gold und 62 bis 166 *g/t* Silber gefunden. Michel konnte im Anschliff (seine Fig. 6) Körner von gedieg. Gold in der Blende eingeschlossen auffinden. Mir ist das nicht gelungen; bei dem geringen Goldgehalt der Blende besteht dafür in den relativ kleinen Anschliffen, welche zur Beobachtung kommen, keine große Aussicht. Der Fund Michel's würde immerhin dafür sprechen, daß die geringe Goldmenge in der Blende ausschließlich in Form von Einschlüssen gedieg. Goldes vorhanden ist. Das Gold stammt zweifellos aus den von der Blende resorbierten, viel goldreicheren Pyriten, es befindet sich also in der Blende auf sekundärer Stelle. Nicht anders dürfte es sich mit dem Silber verhalten. Zu einer Annahme, daß auch während der III. Vererzungsphase noch Au in die Gänge eingeführt worden sei, liegt keine Veranlassung vor, dies ist sogar sehr unwahrscheinlich. Mit dem Absatz der Kiese und des Quarzes hat die Zufuhr von Gold und zunächst auch die von Silber in die Gänge aufgehört.

VI. Vererzungsphase: Kupferkies II mit wenig Kupferglanz.

Die Stellung dieses in den Tauerngängen zu derben Mächtigkeiten von vielen Zentimetern anwachsenden Kupferkieses II ist durch die intensive Verdrängung der Zinkblende bei seiner Ausscheidung einerseits und durch seine Verdrängung durch Bleiglanz bestimmbar. Der Kupferkies II ist in den Erzen sehr verbreitet und konnten die charakteristischen Verdrängungsbilder in den Stufen aller Erzgänge beobachtet werden.

Dieser Hauptkupferkies besteht aus einem Gemenge meist gestreckter, seltener kubischer Körner und läßt im Gegensatz zum Kupferkies I eine intensive Verzwillingung erkennen. Die gestreckten Körner gehen in feinste Lamellen über, welche krystallographisch gegeneinander verschieden orientiert, meist schon unter $+N$ gut erkannt werden können. Sehr viel deutlicher wird der Lamellenbau des Kupferkieses bei der Anätzung mit $KOH + KMnO_4$, dann erkennt man, daß einzelne Kupferkiesindividuen auch senkrecht zu ihrer Längserstreckung lamellar verzwillingt sind. Eine Durchkreuzung verschieden gelagerter Lamellen in ein und demselben Kupferkieskorn wird dagegen nicht beobachtet. Der Aufbau des Kupferkieses

entspricht am besten der Abb. 164, p. 355, bei Schneiderhöhn und Ramdohr.

Gangart ist mit dem Kupferkies II im Gegensatz zur Blende nicht gleichzeitig abgesetzt worden. Der Kupferkies ist von vielen gerundeten Quarzresten und an den Grenzen gegen Blende von gerundeten Resten von Blende erfüllt. Er neigt dazu, die Blende an Rissen zu durchziehen und an ihr einfache Resorptionsgrenzen auszubilden. Es ist nicht möglich, die in der Blende enthaltenen Kupferkiesentmischungen von diesem späteren Kupferkies II immer zu unterscheiden. Bei der Resorption der Blende verbleibt der entmischte Kupferkies übrig und sammelt sich zu größeren Partien.

Als Einschluß in Kupferkies wurde wiederholt gedieg. Gold beobachtet. Es handelt sich immer um stark runde Körner, welche auch beim Anätzen des Kupferkieses mit schwefelsaurem $KMnO_4$ sichtbar gemacht werden können und aus dem dunkelgeätzten Kupferkies hell herausleuchten. In der Abb. 4 sind solche Goldkörner im geätzten Kupferkies sichtbar, am oberen Rand wird dieser von späterem Bleiglanz verdrängt und die Abb. 4 zeigt nun auch ein Goldkorn, welches aus dem Kupferkies durch den Bleiglanz übernommen worden ist. Es ist wohl einem glücklichen Zufall zu verdanken, daß ein Anschliff dieses Bild der Wanderung des gedieg. Goldes aus einem Erz in das andere getroffen hat.

Als seltener Einschluß im Kupferkies II erscheint im Kupferkies des Kupelwieser Ganges isotroper Kupferglanz, er bildet verzweigte, meist gestreckte Partien von mäßiger, graublauer Reflexion. Die Isotropie läßt ihn unter +Nicols im Kupferkies leicht aufscheinen. Charakteristisch ist seine blaue Anlauffarbe bei Behandlung mit HNO_3 und seine Stabilität gegen verdünnter und konzentrierter HCl. Er erscheint durch die Form seiner Einschlüsse als Erz, welches gleichzeitig mit dem Kupferkies ausgeschieden worden ist. Erze des Pochart-Unterbaues zeigen isotropen Kupferglanz in größerer Menge; wie die Abb. 9 zeigt, tritt er hier in eutektischer Vermischung mit dem Kupferkies auf. Diese Struktur ist allerdings so fein, daß sie nur mit stärkster Vergrößerung (1:1000) aufgelöst werden kann. Die gleichzeitige Ausscheidung beider Kupfererze ist hier besonders deutlich. In etwas abweichender Form tritt Kupferglanz in den Rathausberger Erzen auf, worauf später zurückgekommen wird. Diese Feststellungen zeigen, daß das Mengenverhältnis beider Kupfererze, welches durch die wechselnde Menge von Fe in der Therme bestimmt worden ist, auf die Menge der gleichzeitig mit ihrer Ausscheidung vorhandenen Menge des resorbierten Pyrits zurückzuführen ist, so daß die Therme zur Zeit der IV. Vererzungsphase kaum Eisen in die Lagerstätte neu eingeführt haben dürfte. Das Vorhandensein von verzwillingtem Kupferkies und von isotropem Kupferglanz zeigt eine Zunahme der Temperatur zur Zeit dieser VI. Vererzungsphase gegenüber der Therme der III. und IV. Vererzungsphase an.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Neben Resorptionsresten von Blende und Quarz wurden im Kupferkies II größere Individuen von Gersdorffit beobachtet. Sie sind (Abb. 8) von Kupferkies durchzogen, welcher an den Würfelspaltungsrissen des Gersdorffits eingedrungen ist, zeigen aber auch starke, rundliche Anlösung. Diese sehr charakteristischen Verdrängungsbilder sind in ganz übereinstimmender Ausbildung von E. Böhne aus den Mitterberger Erzen (vgl. seine Fig. 7 und p. 32) und von O. Friedrich aus den Schladminger Erzen beschrieben worden. In Schladming wird auch der Chloanthit in ähnlicher Weise verdrängt.

Der Kupferkies enthält nach Imhof nur wenig Gold, 18 bis 14 *g/t*, dagegen im Verhältnis zum Gold viel Silber 72/221 *g/t*. Die Funde der eingeschlossenen Goldkörner machen es ziemlich sicher, daß das Au wie in der Blende auch im Kupferkies als Freigold vorhanden ist. Wie während der Blendebildung dürfte auch bei der Kupferkiesbildung kein neues Gold in die Gänge gelangt sein. Das eingeschlossene Gold stammt aus stark resorbierten Sulfiden und Arseniden. Dagegen spricht der festgestellte Silbergehalt dafür, daß mit der Einfuhr von Cu von neuem auch Ag durch die Therme zugeführt worden ist.

VII. Vererzungsphase: Bleiglanz mit Bleisulfoerzen und Calcit.

Die nun einsetzende intensive Bleiglanzbildung erfolgt unter stärkster Verdrängung aller früher gebildeten Erze, sie ist von Calcit begleitet. Nahezu in keiner Erzstufe aus dem Imhof-Unterbau fehlt der Bleiglanz, selbst in den Pyrit- und Arsenkiesstufen treten verbreitet feinste Calcitadern auf, welche häufig von Bleiglanz begleitet werden. Der Calcit durchsetzt auch den Quarz II und III. Vereinzelt treten auch einige Zentimeter und wohl noch mächtigere schneeweiße Calcitschnüre in Zügen der jüngeren Erze auf. Die allgemeine Verbreitung der Mineralien dieser letzten Vererzungsphase, und zwar in den älteren Erzen als feinstes, meist nur mikroskopisch sichtbares Adersystem, zeigt an, daß eine gleichzeitige neue Bewegung des Gangsystems erfolgt ist, deren Ausmaß aber im Verhältnis zur Hauptbewegungsphase nur gering gewesen ist.

Der stets schneeweiße Calcit enthält nur sehr geringe Spuren von Eisen, trotzdem kann er nicht als deszendent angesehen werden, denn seine Ausscheidung muß bei erhöhter Temperatur erfolgt sein, weil gleichzeitig eine intensive Lösung des alten Quarzes erfolgt ist, während der Pyrit allerdings selbst nicht angegriffen worden ist. Gegen die deszendente Zufuhr des Calcits spricht auch die gleichzeitige Ausscheidung von Bleiglanz mit eingelagerten, arsenigen und antimonigen Sulfosalzen. Man könnte den Calcit der Erze des Imhof-Unterbaues als deszendente Komponente nur aus den Angertalmarmorzügen der über dem Zentralgneis gelagerten mittleren Schieferhülle ableiten, von diesen ist aber sowohl das Massiv des Rathausberges als auch der Siglitz frei und erst weit westlich unterhalb der Riffelscharte und im

hinteren Naßfeld sowie erst weit nördlich der Pochhartscharte stehen Karbonatgesteine an. Die Annahme aber, daß zur Zeit der Vererzung die untere und auch die mittlere Schieferhülle noch auf dem Zentralgneis der Siglitz vorhanden gewesen wäre, besitzt bei der Jugendlichkeit der Vererzung wenig Wahrscheinlichkeit. Der Calcit besteht aus kleinsten, nur selten gröberen Körnern, welche u. d. I. M. bei +Nicols meist einen Aufbau aus eng aneinanderliegenden Zwillingslamellen erkennen lassen. Seine Anisotropie ist geringer als diejenige der in der III. Vererzungsphase gebildeten Eisenkarbonate, besonders des Siderits. Mit Hilfe von HCl ist fast in jedem Erzanschliff aus dem Imhof-Unterbau das Vorhandensein feinster Calcitäderchen festzustellen. Seltener treten in ihm Bruchstücke von Pyrit und Arsenkies auf. Die Blende, welche ebenfalls vom Calcit durchadert ist, tritt auch häufig in gerundeten Resorptionsresten in ihm auf. Der entmischte Kupferkies der Blende wurde dabei verschont.

Der Calcit tritt, inmitten des Bleiglanzes verbreitet, in idiomorphen Krystallaggregaten und nicht selten in isolierten vollkrystallinen Rhomboedern (vgl. Abb. 10) auf. An den Berührungsflächen beider reicht der Calcit meistens in krystalliner Ausbildung in den Bleiglanz hinein. Der Bleiglanz ist, wie aus dem Verlauf der würfelförmigen Schliffausrisse gefolgert werden kann, grobkörnig und stellenweise nur wenig durch spätere Deformation gedrückt.

In vielen Erzstufen hat er sich als reich an fremden Einschlüssen erwiesen, diese treten teilweise bei der Anätzung mit HNO_3 und teilweise bei der Anätzung mit HCl sehr deutlich hervor, sind aber durch ihr vom Bleiglanz abweichendes Reflexionsvermögen auch vielfach schon in ungeätzten Anschliffflächen erkennbar.

An Stufen des Kupelwieser Ganges wurden an der Grenze gegen von Bleiglanz resorbiertem Kupferkies im Bleiglanz Körner von ged. Gold beobachtet (Abb. 4). Die Unangreifbarkeit durch HNO_3 und schwefelsaures Kaliumpermanganat zeigten, daß es sich nicht um Kupferkies, Ag oder Bi handelt. Die Körner sind stets gerundet und erscheinen als Goldreste, welche aus dem Kupferkies übernommen worden sind, in welchen sie aus resorbierten Pyrit- oder Arsenkiespartien während der VI. Phase gelangt waren.

In diesen Erzstufen treten stets in der Nähe vom Kupferkieskontakt im Bleiglanz stabförmige, auch säulig-nadelige Einschlüsse auf, welche stellenweise Durchwachsungszwillinge, aber auch fieberige Rosetten bilden. Die Anisotropie ist geringer als beim Boulangerit, es treten graublaue und bräunlichrosa Anisotropiefarben auf. Die Härte ist ein wenig höher als beim Bleiglanz. Die mikrochemische Untersuchung ergab reichlich As und sehr wenig Sb. Ätzmittel negativ, nur HNO_3 und KOH erzeugen langsame Bräunung. Es handelt sich um eines der seltenen arsenigen Sulfosalze, um etwas Sb hältigen Jordanit ($Pb_4As_2S_7$).

Dieser Jordanit tritt in den Tauernerzen in einer bisher unbekannten Paragenese inmitten von Bleiglanz auf. Der Umstand,

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

daß die Jordaniteinschlüsse in Bleiglanzstufen des Kupelwieser Ganges beobachtet werden, in denen der Bleiglanz an der Grenze gegen den verdrängten Kupferkies auch Körner von ged. Gold einschließt, legt die Vermutung nahe, daß es sich in beiden Fällen, einerseits beim As des Jordanits und anderseits beim ged. Gold, um Überreste aus der Pyrit-Arsenkies-Vererzungsphase handelt.

Die Füllung des Bleiglanzes mit Einschlüssen ist in den einzelnen Gängen sehr verschieden. Das Material reicht nicht zur Entscheidung darüber aus, in welcher Weise dieser Wechsel und in welcher Ausdehnung dieser Wechsel in den einzelnen Gängen selbst und in den Gängen untereinander erfolgte. Stellenweise werden in dichtester Anordnung in mit HNO_3 angeätztem Bleiglanz isotrope Silberträger sichtbar, stellenweise fehlen solche vollkommen. Sobald sie reichlich auftreten, erscheinen sie nicht nur in unregelmäßigen, zumeist krystallin begrenzten Körnern, sondern auch in Leisten, welche genau der Abb. 118, p. 258, bei Schneiderhöhn und Ramdohr entsprechen und nach letzterem als Ausscheidungen von Silberglanz an den Korngrenzen des Bleiglanzes aufzufassen sind. In unseren Anschliffen handelt es sich sicher um Ag_2S, in seiner isotropen Form und nicht um Fahlerz, da mit KCN eine Bräunung wahrzunehmen ist und die mikrochemischen Analysen kein Cu ergaben.

In größerer Verbreitung tritt Boulangerit im Bleiglanz auf. Meist sind es längliche Körner, welche nadelig auslaufen können und mit Vorliebe an der Grenze von Kupferkies auftreten. Es wurden aber in Sideritgängen auch derbere reine Partien von Boulangerit festgestellt ohne Bleiglanz. Die chemische Mikroanalyse[1] ergab hier im Gegensatz zum vorherbesprochenen Jordanit, daß neben dem reichlichen Sb und Pb noch kleine Spuren von As vorhanden sind. Die mikroskopische Untersuchung ergab keinen erkennbaren Reflexionspleochroismus — im Gegensatz zum Jamesonit —, einen Grad der Anisotropie, welcher geringer als beim Jamesonit, aber höher als beim Bournonit ist. KOH war negativ, ließ aber die Korngrenzen erkennen, HCl und KCN beide negativ, dagegen HNO_3 gab ganz im Gegensatz zum Jordanit eine starke Bräunung. Zwillingsbildung wurde nicht beobachtet. Der Boulangerit ist das einzige verbreitetere Erz, das einen nennenswerten Eintritt von Sb in die Lagerstätte anzeigt.

Die Analyse von Bleiglanz ergab nach Imhof den sehr geringen Au-Gehalt von 2 bis 3 *g/t*, aber einen hohen Ag-Gehalt von 413 bis 1143 *g/t*. Wir erkennen so einen ständig abnehmenden Goldgehalt von der Blende über den Kupferkies zum Bleiglanz. Daß ged. Gold von Bleiglanz aus dem Kupferkies übernommen worden ist, konnte oben bestimmt erkannt werden. Es ist daher anzunehmen, daß auch der Goldgehalt des Bleiglanzes schließlich und endlich

[1] Es eignet sich hier besonders die sehr klare Fällung des Sb als Caesiumjodostibit, wobei gleichzeitig Po als Bleijodid entsteht.

teilweise über die Blende und den Kupferkies mittelbar aus resorbierten Kiesen der I. und II. Vererzungsphase stammt. Umgekehrt verhält sich der Ag-Gehalt, er nimmt im Verhältnis zum Au von der Blende über den Kupferkies bis zum Bleiglanz ständig zu. Er erreicht im Bleiglanz einen so hohen Betrag, daß an eine starke Neuzufuhr von Silber in dieser letzten Vererzungsphase nicht zu zweifeln ist. Zugleich tritt eine geringe Menge von Sb in die Lagerstätte, welche zur Bildung von mäßigen Mengen von Boulangerit geführt hat.

Die Untersuchung der V. bis VII. Vererzungsphase ergab das Folgende:

Es wurden in schneller Folge hintereinander Blende und Kupferkies II in erheblicher Menge gebildet. Beide setzen sich teilweise noch in kleinen Lücken des Gangquarzes ab, treten aber der Hauptsache nach in Verdrängung der älteren Kiese auf. Der Kupferkies verdrängt nun auch die Nickelarsenide, welche vom Magnetkies und der Blende nicht aufgenommen worden waren. Mit der Ausscheidung des Kupferkieses beginnt der Eintritt einer zweiten Silberzufuhr, welche während der Bleiglanzphase einen hohen Betrag annimmt. Der von der Blende über Kupferkies zum Bleiglanz immer geringer werdende Au-Gehalt dieser Erze läßt die Annahme eines neuen Eintrittes von Au in die Gänge nicht zu. Das Gold dieser Erze stammt mittelbar immer noch aus den Sulfiden und Arseniden der I. und II. Vererzungsphase. Das Gold hat demnach eine ständige Wanderung von einem Erz in das andere ausgeführt. Die Bleiglanzphase ist von den älteren Vererzungsphasen durch eine zweite aber schwächere Gangbewegung getrennt. Mit dem Bleiglanz erscheint aszendenter, nur wenig Fe hältiger Calcit, welcher mit dem Bleiglanz die ganze Lagerstätte in feinen Aderzügen durchsetzt, aber auch zu größeren Massen anschwellen kann. Die Sulfide und Arsenide sowie der Gangquarz werden in jeder Phase immer weiter aufgezehrt. Mit dem Bleiglanz kam es auch zur Bildung von Boulangerit, die Menge ist gering und wächst nur selten zur makroskopisch wahrnehmbarer Menge an. Es trat demnach auch wenig Sb in die Lagerstätte.

Die Temperatur der Therme muß nach der Sideritphase während des Absatzes der Blende, welche vom Quarz IV begleitet wird, und bis zum Absatz des verzwillingten Kupferkieses, mit gleichzeitig entstandenem isotropen Kupferglanz erheblich gestiegen sein, dann aber in der Bleiglanz-Calcit-Phase stark gesunken sein.

Der Charakter der Vererzung und der Lagerstätte.

Die erzmikroskopische Untersuchung der Erze ergab als grundlegende Charakterisierung der Erzgänge, daß es sich um eine diffuse, nicht symmetrische Gangfüllung handelt, in welcher metasomatische Verdrängungsvorgänge bereits von der II. Vererzungs-

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

phase die Oberhand gewonnen haben. Nur die Füllung durch Pyrit und im geringeren Ausmaß durch die Arsenide erfolgte als Hohlraumfüllung in offenen Klüften. Die später eingewanderten Erze fanden keine offenen Klüfte mehr, sondern konnten sich nur durch Verdrängung Platz schaffen.

Die Erze befinden sich noch im primären Zustand, welchen sie vor dem Abschluß der Vererzung erhalten haben. Von einer deszendenten Zementation ist keine Spur vorhanden.

Vererzungsphasen	Neu gebildete Erze	Ausgeschiedene Gangart	Gleichzeitig resorbierte Erze	Neu in die Gänge eingetretene Metalle
I. Phase	isotroper Pyrit mit ged. Au u. Argentopyrit, anisotroper Pyrit	wenig Quarz I	—	Fe, Au mit S und wenig As, Ag
II. Phase	Arsenkies mit Milleritentmischung, Glanzkobalt+Linneit, Co hält. Rammelsbergit, Gersdorffit	Quarz II	Pyrit	reichlich As, Fe, Co, Ni, Au, Ag
Hauptbewegung	ged. Au	Quarz III (Gangquarz) Rutil	Pyrit, Arsenkies, Glanzkobalt	Au
III. Phase	Magnetkies mit wenig Kupferglanz	Siderit	Pyrit und Quarz	—
IV. Phase	Kupferkies I mit Tennantit, Wismutglanz, ged. Wismut	Siderit	Magnetkies, Pyrit und Quarz	Cu und wenig Bi und Sb
V. Phase	Blende mit Kupferkiesentmischungen	Quarz IV	Pyrit	Zn+Cu
VI. Phase	Kupferkies II mit Kupferglanz	—	Rammelsbergit, Gersdorffit, Blende	Cu, Ag
Bewegung	—	—	—	—
VII. Phase	Bleiglanz mit Jordanit Argentit, Boulangerit	Calcit	Blende, Kupferkies und Quarz	Pb, viel Ag und wenig Sb

Die Führung von Gold ist vor allem eine unveränderte primäre geblieben. Das Gold, zum Teil auch das Silber, haben aber im Laufe der Vererzungsphasen eine ständige Wanderung durch die Erze ausgeführt.

Da die letzte Vererzungsphase aszendenten Calcit gebracht hat, so ist, entsprechend den Erfahrungen, bei vielen anderen Erz-

lagerstätten der Vererzungsvorgang als längst abgeschlossen zu betrachten.

Die Temperatur der Therme war starken Schwankungen unterworfen. Während der beiden ersten Vererzungsphasen erlaubt keines der gebildeten Erze eine Temperaturbestimmung, lediglich die Gelform des Gangquarzes läßt auf höhere Temperatur schließen. Nach der Hauptbewegungsphase muß die Temperatur zunächst stark gefallen sein, die nun auftretende karbonatische Gangart, die Bildung nicht verzwillingten Kupferkieses, anisotropen Kupferglanzes und krystallinen ged. Wismuts spricht für eine Temperatur unter 270° C. Zugleich war der Eintritt neuer Metalle in die Gänge ein minimaler. Es erscheint nicht ausgeschlossen, daß diese Temperaturerniedrigung lediglich durch Mobilisierung von Grundwasser als Folge der Bewegungsvorgänge im Gebirgskörper zu erklären ist, also keinen Rückschluß auf magmatische Verhältnisse zuläßt. Dann stieg die Temperatur zur Zeit der Blende und Quarz und besonders zur Zeit der Bildung des verzwillingten Kupferkieses II mit isotropem Kupferglanz wieder an, um in der Bleiglanz-Calcit-Phase wieder zu fallen.

Der Vorgang der Vererzung sowie die Reihenfolge des Eintrittes der einzelnen Metalle sind aus der vorstehenden Tabelle zu ersehen.

Die Wanderung des Goldes in den Erzen.

Eine der interessantesten Feststellungen betrifft die Wanderung, welche das Gold im Laufe des Vererzungsvorganges in den Gängen ausgeführt hat. Häufig sichtbar ist das Gold u. d. O. I. nur in den groben Pyritstufen und im Gangquarz, selten in der Blende, im Kupferkies und im Bleiglanz. Nur in den Arseniden, im Arsenkies sowie im Kobaltglanz und in den Nickelkiesen sowie im Magnetkies konnte Freigold sichtbar nicht nachgewiesen werden. Für die harten Kiese ist in Anbetracht der vorliegenden Imhofschen Analysen anzunehmen, daß es trotzdem molekulardispers enthalten, also dem Auge unzugänglich ist; für den Magnetkies kann ein bestimmtes Urteil nicht abgegeben werden, da zu wenig Stufen im Anschliff untersucht werden konnten.

Es besteht nun, wie es besonders deutlich die Abb. 1—4 zeigen, ein wesentlicher Unterschied zwischen dem Freigold im Pyrit und dem Freigold in den anderen Erzen. Im Pyrit haben die Goldkörner immer eine Begrenzung durch ebene Flächen, sie sind kantig, eckig, wenn sie auch, besonders sobald sie in den Pyrit tiefer hineinragen, die Form von kleinen Schläuchen und gerundeter Zipfel annehmen. Auch das Freigold im Gangquarz zeigt mit Vorliebe noch diese Formen, dagegen tritt das Freigold in den späteren Erzen stets in gerundeten, meist Tropfenform zeigenden Einschlüssen auf. Dabei nimmt der Goldgehalt in den späten Sulfiden, in der Reihenfolge ihrer Bildung von der Blende über den Kupferkies zum Bleiglanz, in denen allen dreien Freigold beobachtet wurde, stetig ab. Diese Befunde berechtigen zur Annahme, daß das Gold

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

bei der Resorption des Pyrits in den Arsenkies, Ni-Co-Kies, bei der Resorption dieser Kiese sodann als Freigold von der Blende übernommen worden ist, von dieser in den Kupferkies wanderte, um schließlich im Bleiglanz zu erscheinen. Dieser Vorgang wird besonders klar durch die Abb. 4 beleuchtet. Alle Sulfide mit Ausnahme der Arsenide und ebenfalls der Gangquarz konnten das Gold nicht in ihren molekularen Aufbau aufnehmen, sondern haben es immer wieder in Form von Freigold eingeschlossen. Daß bei der Wanderung ein Teil des Goldes durch die Therme fortgeführt worden ist, erscheint verständlich; durch eine geringe Anlösung wurden die in den späten Sulfiden eingeschlossenen Goldkörner immer mehr gerundet.

Diese Befunde erklären zugleich die Regel, welche sich in den Golderzen aller Gangzüge der Hohen Tauern immer wieder ergiebt, daß die von harten Kiesen erfüllten Gangteile die goldreichsten und silberärmsten sind. Während die Gangteile, in denen neben den Kiesen auch reichlich Blende, Kupferkies oder Bleiglanz auftreten, erheblich goldärmer, aber relativ zum Gold silberreicher sind. Reine Bleierze der Tauerngänge haben schließlich mit ihrem Silbergehalt von über 1000 *g/t* Ag bei einem Goldgehalt von nur 2 *g/t* den Charakter von Silbererzen angenommen. Es lassen sich aus den in der Literatur vorhandenen Angaben zahlreich Belege für diese Feststellung machen.

Das Verhältnis Au : Ag beträgt im Durchschnitt in den Golderzen 1 : 5, dagegen im reinen Pyrit 1 : 2, im Bleiglanz 1 : 200. Da nach der Tiefe zu mit der relativen Zunahme der harten Kiese gegenüber den jüngeren Erzen zu rechnen ist, so ist auch mit der Zunahme an Au im Erz zu rechnen, wogegen allerdings die wahrscheinliche Zunahme der Gangzertrümmerung nach der Tiefe zu den Abbau erschweren dürfte.

Das Verhältnis des Au zum Ag und ebenso die absolute Hältigkeit an Au und Ag ändern sich sofort, sobald die Gänge in die Kalkphyllite- und Marmorzone eintreten. Der Goldgehalt nimmt ab, während der Silbergehalt stark zunimmt, zugleich tritt eine starke Sideritanreicherung, ein Zurücktreten des Pyrits sowie eine verstärkte Anteilnahme des Bleiglanz ein. Die mikroskopische Untersuchung von Erzen aus dem Bereich der karbonatischen krystallinen Schiefer ergab, daß der Siderit keineswegs, wie vielleicht zu erwarten war, an Stelle des Pyrits, also während der I. Vererzungsphase gebildet worden ist, vielmehr verdrängt der Siderit in großem Ausmaß normalen Gangquarz, welcher mit Resten von Arsenkies und Pyrit erfüllt ist. Die Sideritbildung fand also erst in der IV. Vererzungsphase statt und mit ihm wurde auch wiederum wenig Kupferkies I ausgefällt, welcher im Siderit in kleinen Partien häufig eingeschlossen ist. In den mir zur Verfügung stehenden Erzstufen war keine Blende eingeschlossen, dagegen ist der Kupferkies II mit isotropem Kupferglanz in eutektischer Struktur vermischt verbreitet und von Bleiglanz mit Calcit verdrängt, auch hier geht Boulangerit

mit dem Bleiglanz. Während der hohe Ag-Gehalt dieser Erze ohne weiteres durch die reichliche Ausscheidung von Bleiglanz erklärlich wird, bietet die Erklärung des sehr geringen Goldgehaltes gewisse Schwierigkeiten. Er hängt ohne Zweifel mit dem geringen Anteil, welchen Pyrit und Arsenkies am Aufbau dieser Erze nimmt, zusammen. Es ist aber durchaus fraglich, ob diese Erze in diesen Gangteilen primär in geringerer Menge abgesetzt worden sind, wie in den Erzen des Imhof-Unterbaues. Falls das der Fall gewesen sein sollte, so müßte an Stelle dieser Sulfide, bzw. Arsenide eine Ausscheidung von Eisenkarbonaten in der I. Vererzungsphase erfolgt sein, von dieser läßt sich in den Erzen keine Spur erkennen, vielmehr ist der Gangquarz in normaler Weise vorhanden. Nach dem mikroskopischen Befund ist es am wahrscheinlichsten, daß das bei der sehr starken Resorption der harten Kiese durch den Siderit der III. und IV. Vererzungsphase frei gewordene Gold durch die Therme gelöst und fortgeführt worden ist und auf diese Weise diesen Gangteilen sekundär verlorenging. Es wäre durchaus wünschenswert, wenn diese Verhältnisse an Hand eines umfangreichen Erzmaterials, welches derzeit schwer zu beschaffen ist, weiter verfolgt würden.

Erzmikroskopische Untersuchung von Erzen des Rathausberges.

Die erzmikroskopische Untersuchung einiger Erzstufen aus dem Hieronymusstollen des Rathausberger Hauptganges, welche ich dem freundlichen Entgegenkommen des Herrn Oberbergrates Dr. Imhof verdanke, ließ das gleiche genetische Verhältnis der älteren Kiese, des in den Anschliffen enthaltenen Pyrit, Arsenkies und Glanzkobalt zum Hauptgangquarz und dieser zu den jüngeren Erzen, Kupferkies und Bleiglanz erkennen. Der Kupferkies ist durchschwärmt von feinstkörnigen Resorptionsresten von Pyrit, auch im Gangquarz treten isolierte Bruchstücke mit leichter Anlösungsgrenze auf. Dagegen konnten Magnetkies, Wismuterze und Blende in den mir zur Verfügung gestandenen Stufen nicht aufgefunden werden.

Immerhin weisen die Erze des Rathausberges auch wesentliche, wenn auch nur sekundäre Unterschiede gegenüber jenen des Imhof-Unterbaues auf. Der Gangquarz zeigte in meinen Auschliffen nach der Ätzung mit Flußsäure eine durchwegs körnige Struktur, isoliert schwimmende vollkrystalline Quarzsäulen fehlen, die Körner sind gegeneinander gewachsen, meist nicht krystallin begrenzt. Ged. Gold wurde in den vorliegenden, allerdings wegen des sichtbar in ihnen eingeschlossenen Goldes gesammelten Stücken in größter Verbreitung im Gangquarz eingeschlossen festgestellt. Bei der Behandlung mit schwefelsaurem Kaliumpermanganat nimmt das leuchtende Gelb des Goldes noch zu. Mikroskopisch erscheint das Gold teilweise in isolierten unregelmäßig, aber doch teilweise durch ebene Flächen begrenzten Körnern, meist aber in gebrochenen gangartigen Zügen den Quarz durchziehend. Diese mit ged. Gold ausgefüllten Klüfte

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

sind beiderseits von körnigem Quarz begrenzt. Das Gold des Rathausganges ist im Gangquarz nicht als isolierte oder aneinandergereihte Reste, welche bei der Resorption von Pyrit verblieben, anzusehen, sondern zweifellos bei der Ausscheidung des Quarzes oder genauer bei der Auskrystallisation des Quarzes aus dem Quarzgel neu abgelagert worden. Der Absatz erfolgte an kleinen, nicht weit durch die Quarzmassen zu verfolgenden, bei der Auskrystallisation des Quarzes entstandenen Schwundklüftchen. Daß dem so ist, ergibt sich aus der Abb. 3.

Auch das ged. Gold der Klüfte zeigt teilweise gerade, anscheinend krystallin bedingte Grenzflächen gegen der Quarz.

Diese mit ged. Gold ausgefüllten Klüfte haben später, soweit sie eine größere Breite und Längsausdehnung besessen haben, den jüngeren Erzen das Eindringen in die Gangquarzmassen erleichtert. Und nun zeigt es sich, daß dort, wo zur Zeit der VI. Vererzungsphase die Cu absetzende Therme in Züge von Pyritresten eindrang, Kupferkies gebildet worden ist, in den nur mit ged. Gold ausgefüllten Klüften wurde dagegen isotroper Kupferglanz gebildet. Dieses Kupfererz tritt im Rathausberger Hauptgang sehr häufig mit dem ged. Gold auf (Abb. 3), zu diesen tritt meist noch Boulangerit, Argentit und Geokronit. Der Kupferglanz ist härter als die antimonigen Bleisulfosalze und an seiner lichtblauen Reflexionsfarbe sowie durch die Isotropie von ihnen leicht unterscheidbar. Der säulig-nadelig krystalline Boulangerit tritt vornehmlich am Rand des Kupferglanzes gegen Quarz auf und schiebt Nadeln in diesen hinein. Es kommt aber auch ein derbes, stark anisotropes, nicht nadeliges, sondern aus gröberen Zwillingen aufgebautes, antimoniges Sulfosalz vor, welche ich als Geokronit anspreche, dieses ist randlich von Boulangeritleisten umgeben. Boulangerit und Geokronit wurden durch schnelle Schwärzung mit HNO_3 und negativem Verhalten gegen KOH und HCl sowie auch durch den mikrochemischen Nachweis von Sb und Pb sichergestellt. Beide müssen jünger und unter teilweiser Verdrängung von Kupferglanz in den vererzten kleinen Zügen eingedrungen sein. Sehr bezeichnend ist die Beschaffenheit des in diesen Erzen eingeschlossenen Goldes. Es ist im Gegensatz zu den Goldeinschlüssen im Quarz, inmitten des Kupferglanzes und von Boulangeritpartien stets in gerundeten Körnern enthalten, so wie es die Abb. 3 erkennen läßt, ganz entsprechend den Goldkörnern, welche aus den Erzen des Imhofbaues im Kupferkies und Bleiglanz oben (p. 74) beschrieben worden sind. Hier wie dort ist diese Gestalt der ged. Goldeinschlüsse durch teilweise Anlösung beim Absatz der jungen Erze entstanden. Der vorher genannte Argentit, welcher gegenüber den anderen Erzen nur sparsam auftritt, besitzt grünlichgraue Reflexionsfarbe und ist vollkommen isotrop. Auch die Erze des Rathausberger Hauptganges besitzen keine Anzeichen von Zementationserzen. Bleiglanz konnte ebenfalls nur sehr sparsam in den untersuchten Stücken aufgefunden werden.

In den Erzen des Rathausberges läßt sich demnach die bei den Erzen des Imhofbaues aufgefundenen Phasenregel des Vererzungsvorganges deutlich wiedererkennen. Die Untersuchung eines größeren Untersuchungsmaterials erscheint aber wünschenswert.

Schlußwort.

Auf die Magmenverwandtschaft der durch As, Bi, Ni, Co ausgezeichneten Tauernerze, welche durch die nahen Beziehungen zu den nächst verwandten im Kontakt basischer Intrusiva auftretenden Lagerstätten der Dolcoatsh mine in Montana, U.S.A., und der Nickel Plate mine in Kanada gegeben ist, sowie auf das Alter der Vererzung wird an anderer Stelle eingegangen werden, ebenso auf den prinzipiell übereinstimmenden Ablauf der Vererzung in der As-Au-Lagerstätte der Kliening im Lavanttal, der Cu-Lagerstätte von Mitterberg-Bischofshofen sowie der Ni-Co-Lagerstätten der Schladminger Tauern. Alle diese Lagerstätten sind auf den gleichen telemagmatischen Vorgang zurückzuführen, so daß bezüglich ihrer Gleichaltrigkeit kein Zweifel mehr bestehen kann. Die sekundären, meist nur graduellen Unterschiede der Vererzung dieser Lagerstätten sind im wesentlichen darauf zurückzuführen, daß die starken Temperaturunterschiede, welche die Therme in den Gangzügen der Hohen Tauern erfahren hat, besonders im Schladminger Revier ein geringeres Ausmaß erreicht hat. Diese Verschiedenheit ist nicht in telemagmatischen Vorgängen begründet, sondern ist auf die Verschiedenheit des Trägergesteins zurückzuführen. In dem harten Zentralgneis wurden durch die Gesteinszerreißung nach der II. und VI. Vererzungsphase die Grundwässer in stärkerem Ausmaß mobilisiert als in den krystallinen Schiefern der Schladminger Tauern.

Tafelerklärung.

Tafel I.

Abb. 1. Goldkorn aus kolloidal in und mit dunklem Pyrit ausgeschiedenem Gold der I. Vererzungsphase. Vom Goldkorn ausgehend sind bei den späteren Gangbewegungen radial Klüfte im Pyrit aufgerissen, welche in diesem Fall mit Gangquarz, in anderen Fällen mit Calcit der VII. Phase ausgefüllt worden sind.
Kupelwiesergang, 80 *m* südlicher Auslängung. 120× vergr. gew. Licht.

Abb. 2. Goldkorn aus kolloid in Gangquarz ausgeschiedenem Gold. Es ist soeben noch sichtbar, daß der früher krystallin gewordene Quarz in kleinsten Pyramiden in das Gold hineingewachsen ist.
Dionysgang. 1000× vergr. gew. Licht.

Abb. 3. Freigoldreiche Schrumpfungskluft in Gangquarz (vgl. p. 78). Die feine Kluftader ist mit isotropem Kupferglanz (grau) und in diesen zum Teil eingeschlossenem Boulangerit (nadelförmig, lichtgrau) ausgefüllt. Sowohl in diesen Erzen als auch in Gangquarz (schwarz) sehr zahlreiche Goldkörner (weiß). Diese besitzen im Gangquarz die unregelmäßige, verzweigte

und schlauchförmige Gestalt primärer Goldausscheidung, aber im Kupferglanz und Boulangerit einfachere, gerundete — also angelöste — Gestalt. Oben Mitte Chloritpartie (schwarz).
Rathausberger Hauptgang. 120× vergr. gew. Licht.

Abb. 4. Gerundete Goldkörner (lichtgrau), sichtbar gemacht durch starkes Anätzen der umschließenden Erze. Linke obere Bildhälfte Galenit mit HNO_3 (1 1) geätzt, mit sichtbar gewordenen Silberträgern (dunkelgrau); rechte untere Bildhälfte Kupferkies angeätzt mit saurem Kaliumperganat. An der Grenze des in den Kupferkies vordringenden Bleiglanz ist soeben ein Goldkorn aus dem letzteren durch den ersteren übernommen worden. Wanderung des Goldes aus Kupferkies in den Bleiglanz.
Imhof-Unterbau ohne Gangbezeichnung. 180× vergr. gew. Licht.

Tafel II.

Abb. 5. Vorrücken von Magnetkies (dunkelgrau, tiefer im Relief gelegen) in Pyrit (licht, narbig, höher im Relief), Mylonit, Quarz (schwarz). Der vorrückende Magnetkies besitzt Gelform. Der Quarz des Pyrit-Mylonits wird vom Magnetkies übernommen.
Dionysgang, 70 *m* nördliche Auslängung. 120× vergr. gew. Licht.

Abb. 6. Schrumpfungsklüfte im Magnetkies (hellgrau) sind mit krystallin begrenztem Siderit (schwarz) ausgefüllt, gleichzeitig mit der Sideritausfüllung wurden aus der Therme Kupferkies I (grau), Wismutglanz (dunkelgrau) und in Zwillingskrystallen ged. Wismut (leuchtend weiß) ausgeschieden.
Dionysgang, 70 *m* nördliche Auslängung. 220× vergr. gew. Licht.

Abb. 7. In Magnetkiesmasse mit feinkörniger Pflasterstruktur schwimmen Resorptionsreste von Pyrit (schwarz). In der Mitte des Bildfeldes großer Quarzrest (dunkelgrau), an seinem Rand lichte Säume von bei der Verdrängung von Pyrit-Arsenkies-Ni-Kiesen durch Magnetkies abgeschobenen, nicht resorbierten Resten von Co-haltigem Rammelsbergit und Arsenkies, beide stark anisotrop.
Strabelebengang. 120× vergr. + Nicols.

Abb. 8. Gersdorffit von Kupferkies randlich und an zahllosen Spaltungsklüften resorbiert. (Gersdorffit lichter als Kupferkies.) Die Arsenide sind weder von der Blende noch vom Magnetkies resorbiert worden, erst der Kupferkies greift sie an.
Haldenstufe. 180× vergr. gew. Licht.

Tafel III.

Abb. 9. Kupferkies (dunkelgrau) und Kupferglanz (lichtgrau) in eutektischem Verband und gleichzeitiger Ausscheidung. Von sehr feinen Calcitadern der VII. Phase durchadert.
Pocharterz. 1000× vergr. + Nicols.

Abb. 10. Blende (dunkelgrau) mit Kupferkiesentmischungen. Von rechts und unten rückt Bleiglanz (weiß) in die Blende vor, welcher die idiomorph mit der Blende gleichzeitig ausgeschiedenen Quarzkrystalle (schwarz) übernimmt.
Dionysgang, nördlich Auslängung. 220× vergr. gew. Licht.

Abb. 11. In Blende (grau) gleichzeitig gebildeter Quarz (schwarz) in Zwickelausfüllung. Von unten rückt Bleiglanz (lichtgrau) in feinster Verdrängungsstruktur in die Blende vor.
Strabelebengang. 120× vergr. gew. Licht.

Abb. 12. In Kupferkies (weiß) Bleiglanz, welcher durch HNO_3 dunkel geätzt wurde, durch die HNO_3-Ätzung sind die im Bleiglanz in feinen Nadeln eingeschlossenen Jordanit-Krystalle nicht angegriffen worden. Jordanit anisotrop, die Widerständigkeit gegen HNO_3 als Unterschied gegen ebenfalls im Bleiglanz eingeschlossenen Boulangerit.
Strabelebengang. 30× vergr. gew. Licht.

Abb. 1.

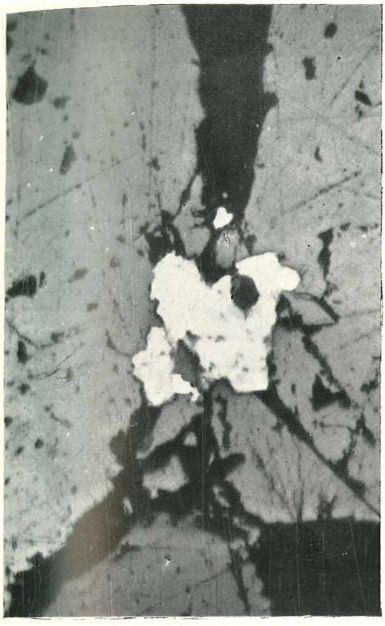


Abb. 2.

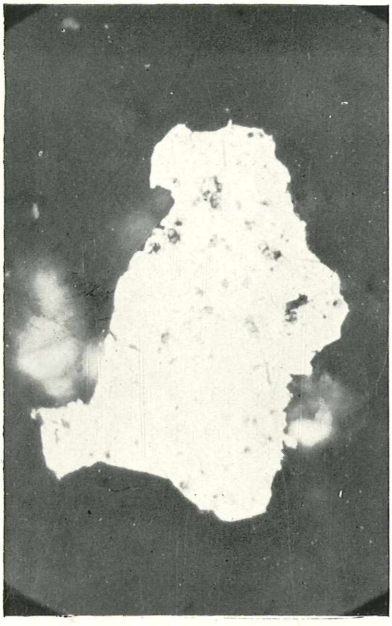
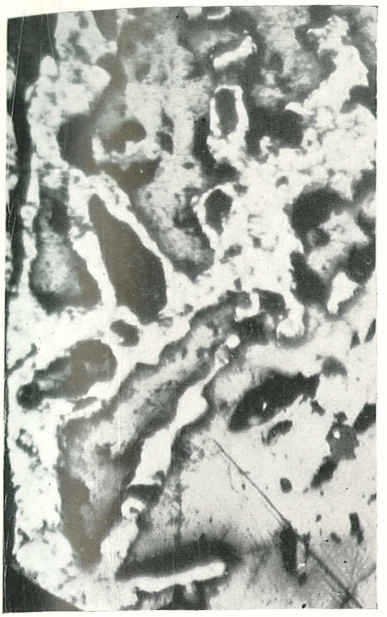


Abb. 3.

Abb. 4.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Abb. 6.



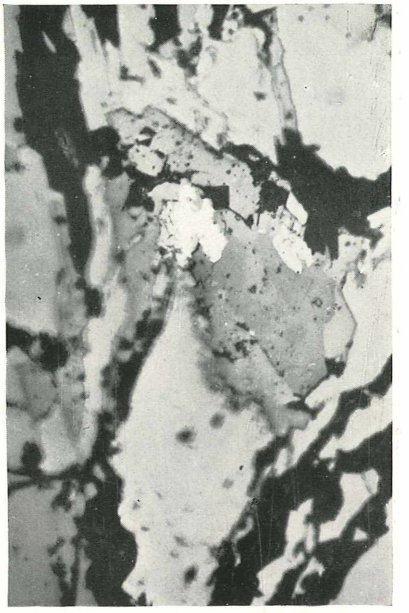
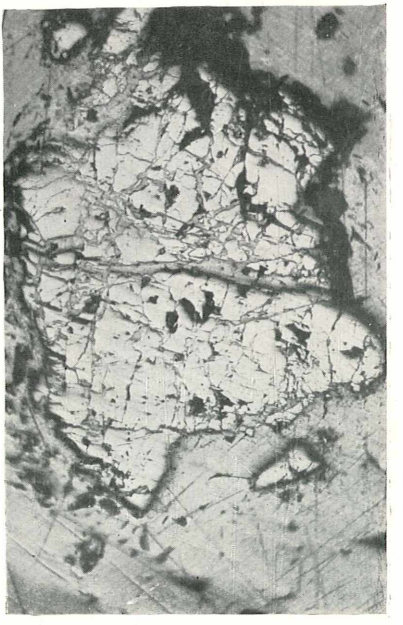


Abb. 7.

Abb. 8.



©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Abb. 9.

Abb. 10.

Abb. 11.

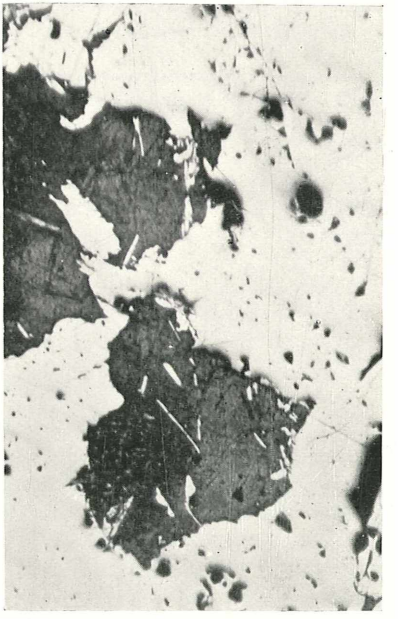


Abb. 12.